環境技術実証事業

山岳トイレ技術分野

山岳トイレし尿処理技術
実証試験結果報告書

平成22年3月

実　証　機　関　：　財団法人　日本環境衛生センター

環境技術開発者　：　株式会社　ティー・エス・エス

技術・製品の名称　：　ＴＳＳ汚水処理システム－簡易水洗方式

（水使用－生物処理－土壌方式）

《 目　次 》

1. 趣旨と目的 ----------1
2. 実証試験の概要 ----------2
3. 実証試験場所 ----------3
3-1.試験場所の概要 ----------3
3-2.実施場所の諸条件 ----------4
4. 実証装置の概要 ----------5
4-1.実証技術の特徴と処理フローシート----------5
4-2.実証対象技術の仕様 ----------8
4-3.実証装置の維持管理方法 ----------13
4-4.実証装置の条件設定 ----------13
5. 実証試験方法 ----------14
5-1.実証試験の実施体制 ----------14
5-2.役割分担 ----------15
5-3.実証試験期間 ----------18
5-4.実証試験項目 ----------19
6. 実証試験結果 ----------26
6-1.稼動条件・状況 ----------26
6-2.現地調査結果 ----------31
6-3.水質分析結果 ----------36
6-4.アンケート集計結果 ----------44
6-5.簡易水洗方式との比較 ----------46
6-6.実証試験結果のまとめ ----------48
7. 本装置導入に向けた留意点 ----------51

1. 趣旨と目的

「環境技術実証事業」山岳トイレ技術分野は、平成15年度より環境省の新規事業として始まった(このうち、平成15～19年度は「モデル事業」)。山岳トイレし尿処理技術実証試験は、既に実用化段階にある先進的な技術について、その環境保全効果を第三者が客観的に実証し、情報公開する事業であり、本技術の実証手法・体制の確立を図るとともに、山岳地などの自然地域の環境に資する適正なトイレし尿処理技術の普及を促進し、環境保全と環境産業の発展を促すことを目的としている。

財団法人日本環境衛生センターは、平成21年度山岳トイレ技術分野の実証機関として実証事業に参加し、試験対象トイレの稼動状況、維持管理性能、処理性能の調査を実施した。本調査ではデータ採取・分析を基本とし、また、利用者の使用感に関するアンケート調査など数値データでは表しにくい利用者の感覚についての情報を得ることにも心がけた。

本技術のように電気・水道等のインフラが不十分な地域においても設置・稼動が可能で、かつ、周辺に放流しないクローズドタイプのトイレ技術は、山岳地域に限らず、今後は自然観光地域を中心に普及していくことが期待され、設置後も長期間にわたり安定して性能を発揮することが求められる。本実証試験の結果を広く情報公開することで、これら技術の普及および適正な維持管理の徹底につながることが期待される。

2. 実証試験の概要

実証試験の概要を表2-1に示す。

表 2-1　実証試験の概要

項　目	内　容
実証試験期間	平成21年8月12日～22年2月9日
実証試験場所	山梨県北都留郡小菅村 白糸の滝駐車場　公衆トイレ
実証機関	財団法人　日本環境衛生センター 〒210-0828　神奈川県川崎市川崎区四谷上町11-15 TEL:044-287-3251　FAX:044-287-3255
実証申請者	株式会社　ティー・エス・エス 〒224-0021　神奈川県横浜市都筑区北山田2－22－14 TEL:045-593-6490　FAX:045-590-4255
実証対象装置 (し尿処理方式)	ティー・エス・エス汚水処理システムー簡易水洗方式 （水使用－生物処理－土壌方式）

3. 実証試験場所

3-1.試験場所の概要

白糸の滝駐車場は県道508号線(大菩薩峠線)にあり、小菅村役場からは西へ約4kmの場所である。駐車場は白糸の滝まで徒歩約5分という便利な場所にあり、シーズン中は数多くの観光客が本駐車場を利用している。

表 3－1－1　実証試験場所

<table>
<tr><td>トイレ名称</td><td colspan="2">白糸の滝駐車場　公衆トイレ</td></tr>
<tr><td>所在地</td><td colspan="2">山梨県北都留郡小菅村
小菅村役場より西へ約4km。</td></tr>
<tr><td>設置場所標高</td><td colspan="2">950m</td></tr>
<tr><td>白糸の滝
駐車場</td><td colspan="2">
</td></tr>
<tr><td></td><td>○駐車場
 </td><td>○公衆トイレ
 </td></tr>
<tr><td>管理者</td><td colspan="2">小菅村役場</td></tr>
</table>

JR奥多摩駅――(バス50分)――→ 小菅バス停

小菅バス停――(約3,500m)――→ 白糸の滝駐車場

図 3－1－1　実証試験場所へのアクセス

3-2.実施場所の諸条件

以下に実証装置設置場所の自然・社会条件を示す。

①標　　高 ： 950m
②所 在 地 ： 山梨県北都留郡小菅村
③気　　温 ： 平均11.9℃、最低－6.9℃、最高32.7℃
　　[平成20年度:最寄り気象観測所(小河内)データ]
④平年降水量 ： 1,613.5mm／年
　　[平成20年度:最寄り気象観測所(小河内)データ]
⑤商 用 電 源 ： なし
⑥水　　： 雨水のみ
⑦トイレ供 用 開 始 ： 平成18年4月
⑧トイレの使用期間 ： 4月～11月(冬期閉鎖)

４．実証装置の概要

4-1.実証技術の特徴と処理フローシート

（1）土壌処理方式の一般的特徴と技術概要

土壌処理方式は、土壌粒子の吸着能力やろ過作用、あるいは土壌微生物の代謝作用等を利用して汚水を浄化する方式である。適切な条件下においては有機物のほか、ある程度の窒素やりん等の除去も期待できる。設置の際には、土壌処理装置を埋設するための面積が必要とされる。

装置は前段の固液分離装置、後段の土壌処理装置で構成される。固液分離装置は土壌処理装置における処理機能の悪化要因(目詰まりや流入負荷過多等)を防止する目的で設置され、沈殿分離法や嫌気性微生物による可溶化(場合によっては酵素剤等を使用)効果を利用する方法等が一般的に採用されている。固液分離装置の処理水は土壌処理装置内に埋設されたトレンチ管(多孔性の散水管)を介して土壌層内に浸透させ、土壌処理後の処理水については土壌層底部に設けられた集水管により回収して便器の洗浄水等として循環利用される場合もある。土壌処理装置については前述したトレンチ管浸透方式のほか、土壌層底部で集水せず土壌層を処理水で満たした状態で平面的に通水を行う毛管浸潤方式、毛細管作用により土壌層の表面から処理水を大気中に蒸発散させる蒸発散方式等も実績がある。土壌処理装置は使用する土壌の物性によって処理機能が異なるため、装置メーカーにより特定の土壌を搬入することが多い。

一般的に液移送は自然流下で行い、処理自体には電源を必要としないものが多い。ただし、回収した処理水を便器洗浄水として循環利用する場合等には電力を要する場合もある。

(2) 実証対象技術の特徴

本装置は消化槽と土壌処理装置、検水槽にて構成されている。概略フローシートを表4-1-1に示す。

表 4-1-1　概 略 フ ロ ー シ ー ト

処 理 工 程	対象水槽	処　理　目　的
消化・固液分離 (嫌気処理)	・消化槽第1室	・便槽。汚泥及びスカムの形成。汚泥及びスカムの一部液化。消化分解。
	・消化槽第2室	・消化分解の促進。
	・消化槽第3室	・別名：予備ろ過室。異物の除去。消化分解の促進。
土 壌 処 理 (好気処理)	・土壌処理装置 (浸潤散水処理装置)	・消化槽からの中間水を浸潤散水し、土中微生物により、有機物を分解。
検水	・検水槽	・処理水の検水。 ・使用ピーク時等の水量調整。

ア. 消化槽

消化槽では主に沈殿分離による固液分離が行われ、同時に汚泥の液化・減溶化及び有機物の消化分解が進行する。本装置は消化槽の滞留日数を多めに確保することで、汚泥の液化作用を促進する特別な酵素剤等は原則不要としているが、汚泥の減量化(可容化)を促す目的で一時的(負荷の少ない時期等)に酵素剤を投入することも可能としている。消化槽は3槽で構成されている。消化槽[1]は便槽的な位置づけであり、汚泥やスカムの形成による固液分離とBOD等の消化を主目的としている。消化槽[2]は消化槽[1]の中間液(汚泥やスカム以外)を一定時間滞留させることで、消化を促進させること等を主目的としている。消化槽[3]は予備ろ過室とも呼ばれ、異物を除去するためのろ過材が浸漬されている。このろ過材によって異物が取り除かれ、土壌処理装置における散水装置等での目詰まり等のトラブルを予防する。本装置の消化槽構造について図4-1-1に示す。

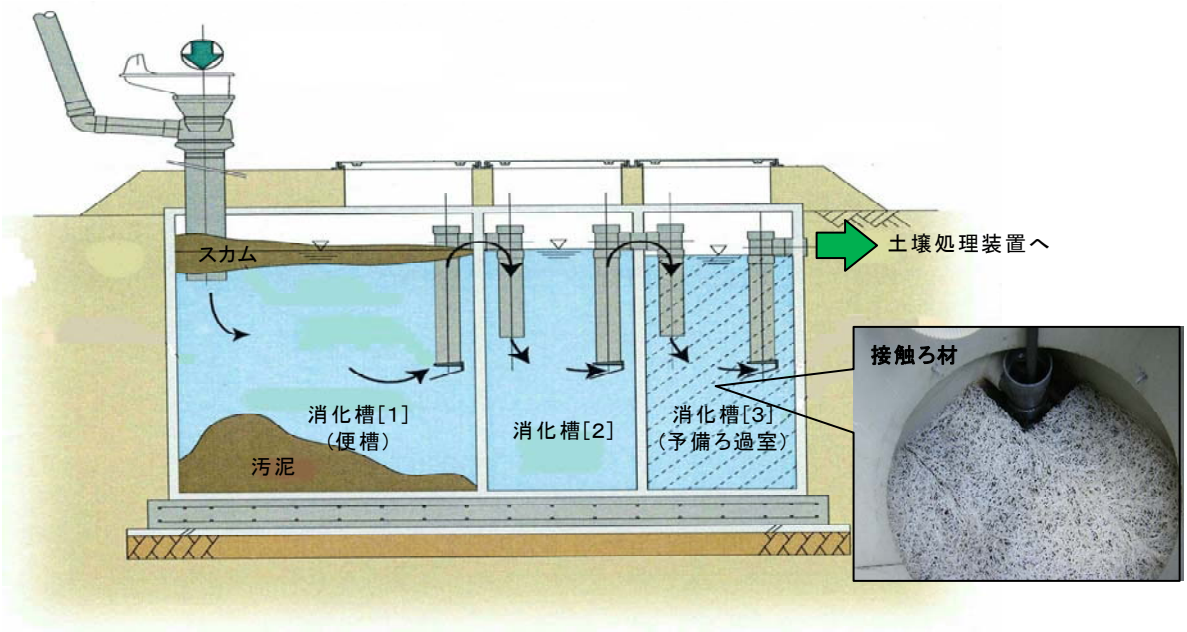

図 4－1－1　　消化槽の構造

イ. 土壌処理装置、検水槽

消化槽の中間水は土壌処理装置にて有機物の分解・処理が行われる。本装置の土壌処理装置は土壌への散水に浸潤散水装置を採用していることに大きな特徴がある。浸潤散水装置は従来のトレンチ管による浸透装置と比較して、土壌を自然状態(土壌粒子、間隙水、空気が共存する状態)に維持しやすく、土壌間隙水(消化槽の中間水含む)の不飽和流動を促し、目詰まり発生頻度の低下及び処理能力の向上等が可能としている。また、土壌は木質系のものを炭化した人工土壌を使用している。本土壌は空隙率も高く、効率的な浸潤蒸発散が可能としている。本装置の土壌処理装置及び検水槽の構造について図4-1-2、浸潤散水装置の構造について図4-1-3に示す。

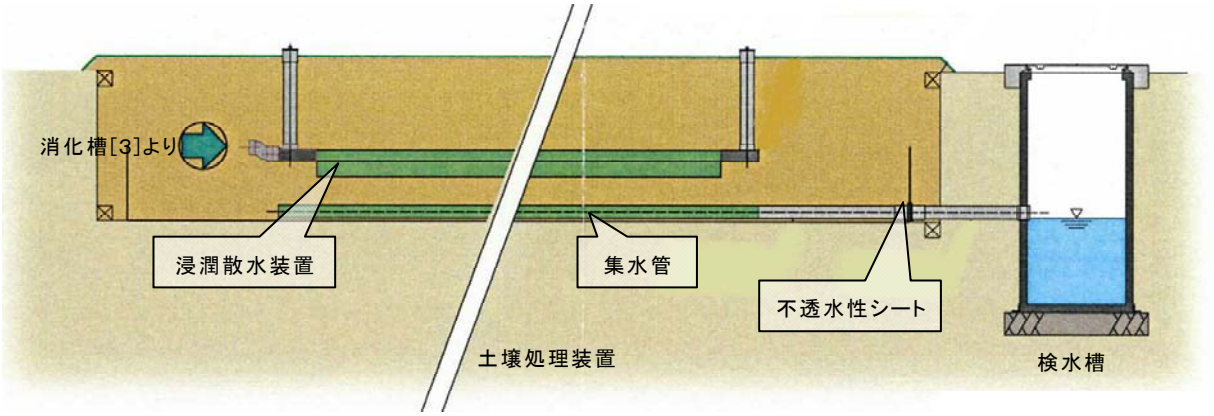

図　4－1－2　　土壌処理装置、検水槽の構造

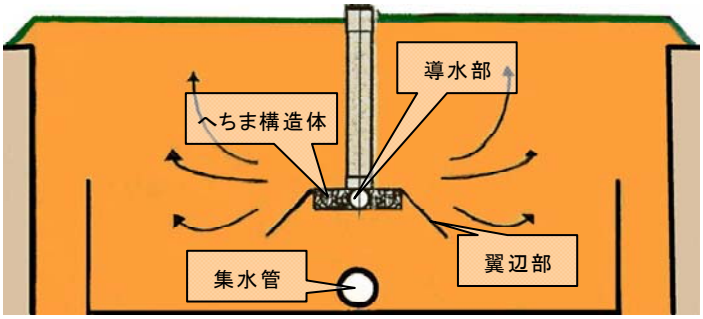

図　4－1－3　　浸潤散水装置

4-2.実証対象技術の仕様

実証試験対象技術の仕様、及び「白糸の滝駐車場」に設置されている装置の仕様を表4-2-1～4-2-2及び図4-2-1～4-2-2に示す。

表 4-2-1　実証試験対象技術の仕様

企業名		株式会社 ティー・エス・エス
技術名・装置名称		TSS汚水処理システムー簡易水洗方式
し尿処理方式		土壌処理による生物処理方式
型番		TSS－Max 150（簡易水洗）
製造企業名		株式会社 ティー・エス・エス
連絡先	住所	〒224－0021 神奈川県横浜市都筑区北山田2丁目22番14号
	担当者	矢吹紳一郎
	連絡先	TEL:090－3230－4132 FAX:045－590－4255
	E-mail	yabuki@tss.asia
本体価格(円)		16,000,000［設計価格］
設置条件	水	初期水:10t、補充水量(洗浄水):0.1㎥/日
	電気	不要
	道路	必要(数年毎に汚泥・スカムの搬出時に使用)
稼動条件	使用燃料	不要
	使用資材	不要
	温度	適正稼動が可能な気温:0～40℃
装置タイプ		トイレと処理装置隣接型
サイズ		消化槽(第1槽):W1,000×L3,000×H2,000 消化槽(第2・3槽):W1,000×L2,650×H2,000 土壌処理装置:W2,000×L7,000×H1,000
重量		25t
処理能力	処理回数	平常時:－ 利用集中時:150回/日
	排出原単位	0．6L/回(し尿:0.3L、洗浄水:0.3L)
	処理水質	浸潤蒸発散が主体(原則として処理水は発生しない)
最終処分	水分	浸潤蒸発散が主体
	固形分	嫌気性消化処理による減容化、残渣汲取り
保証期間		2年
償却期間		－
ランニングコスト		0円(汚泥の搬出経費等は別途)
納入実績		70ヶ所

表 4-2-2　実証試験対象装置

名称		白糸の滝駐車場　公衆トイレ
設置場所	場所	山梨県北都留郡小菅村
	標高	950m
トイレ供用開始		平成18年4月
トイレ使用期間		4月～11月
設置面積		20㎡
処理能力等 (設計・仕様)	利用回数	利用集中時:150回/日
	処理性能	汚水処理量(洗浄水含む):0.2㎥/日
	汚水発生原単位	0.6L/回
稼動条件	水	初期水:10t 補充水量(洗浄水):0.1㎥/日
	電力	使用なし
	燃料	使用なし
	資材	使用なし
	自然エネルギー	利用なし
	適正稼動が 可能な気温範囲	0～40℃ 運用上0℃以下となる場合もある
	専門管理の頻度	3～4回/年(推奨)
搬出が必要な 発生物	発生物の種類	汚泥
	発生物の量 及び搬出頻度	搬出頻度:1回/5年程度 搬 出 量:0.3㎥/回程度
	搬出方法	バキュームポンプ、ひしゃくによる汲出し
設備仕様	トイレユニット (便器数)	男用［ 大 :1、小 :1 ］ 女用［ 洋式 :1、和式 :1 ］ 共用［ なし ］
	消化槽1(便槽)	設計容量:4㎥ 有効容量:4.8㎥、FRP
	消化槽2槽	設計容量:2㎥ 有効容量:2.325㎥、FRP
	消化槽3槽 (予備ろ過槽)	設計容量:1.4㎥ 有効容量:1.5㎥、FRP
	土壌処理装置	表面積:17.76㎡ 浸潤散水処理マット:W330mm×L5,000mm×H75mm
	検水槽	有効容量:0.93㎥(750mm 角×1,650mm)、FRP
	洗浄タンク	実容量:350L×2槽、FRP

白糸の滝駐車場
公衆トイレ

トイレユニット

消化槽１(便槽)

消化槽２

消化槽３

土壌処理装置へ

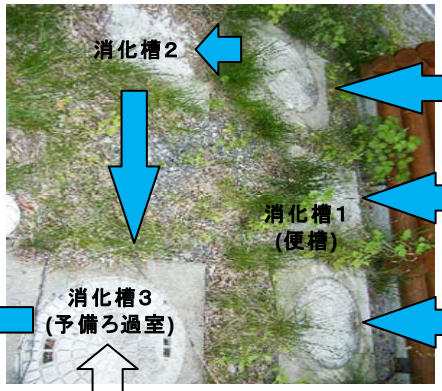

図　4-2-1　　実証試験対象トイレ(その１:トイレユニット～消化槽)

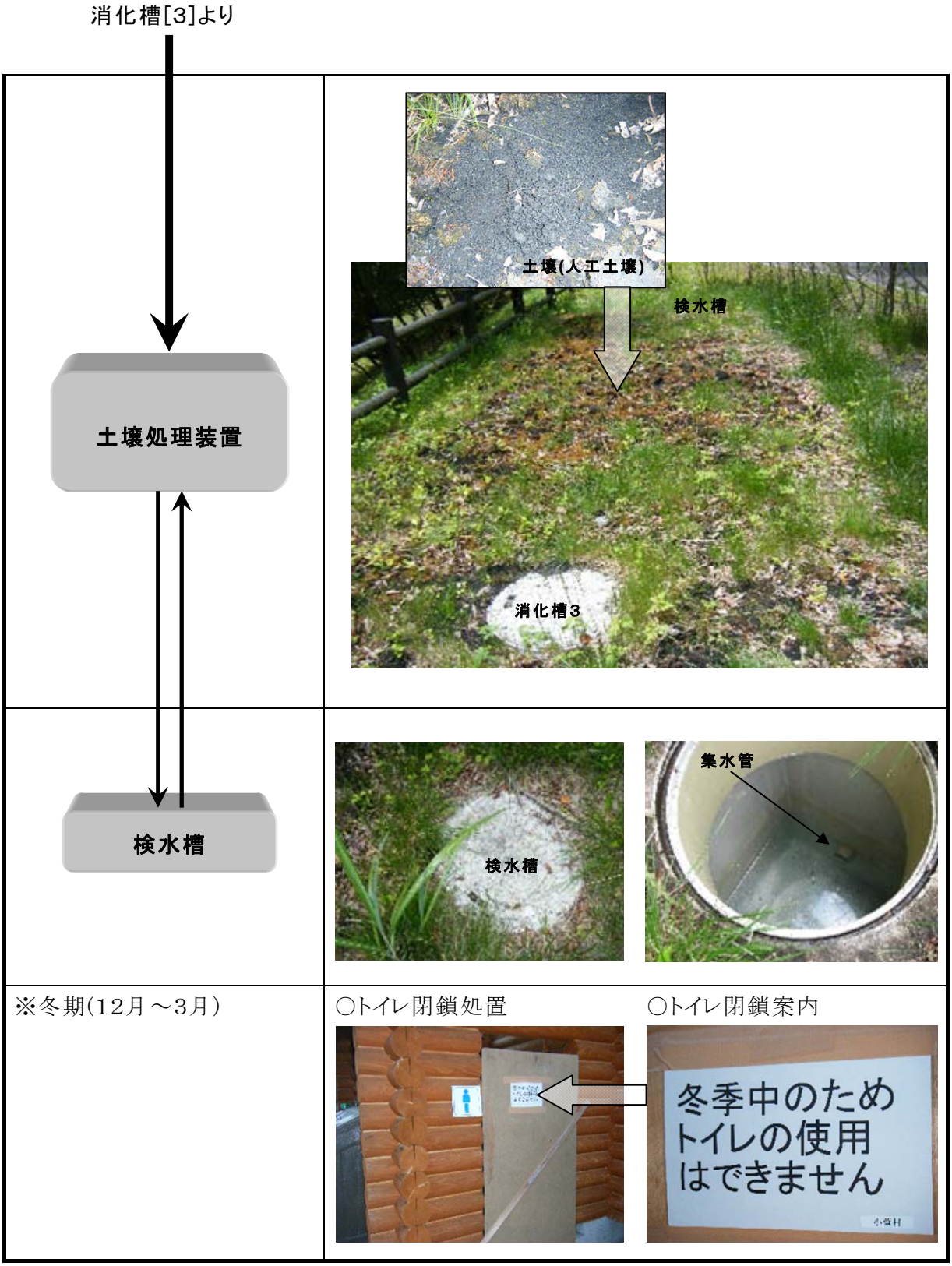

図 4-2-2　実証試験対象トイレ(その2:土壌処理装置～検水槽)

4-3.実証装置の維持管理方法

トイレの維持管理は表4-3-1のとおり実施している。日常管理は小菅村役場から委託を受けた者が実施している。維持管理の実施頻度は1回/2週(平常時)または1回/週(利用集中時)である。なお、トラブル時の対応はメーカーである㈱ティー・エス・エスが行うこととなっている。

表 4-3-1　運転・維持管理方法

項　目	担　当　機　関	方　法
日常管理	委託業者	メーカーが作成した維持管理マニュアルに従って実施
専門管理		
トラブル対応	㈱ティー・エス・エス	

4-4.実証装置の条件設定

(1) 利用者数制限

本対象装置は実際の利用者数に対して余裕のある設計となっており、オーバーユース等による使用制限は行っていない(過去に行った経緯もなし)。

(2) トイレットペーパー

トイレットペーパーについては便槽へ投入する方式としている。

5. 実証試験方法

5-1.実証試験の実施体制

山岳トイレ技術分野における実証試験実施体制を図5-1-1に示す。また、参加組織連絡先を表5-1-1に示す。

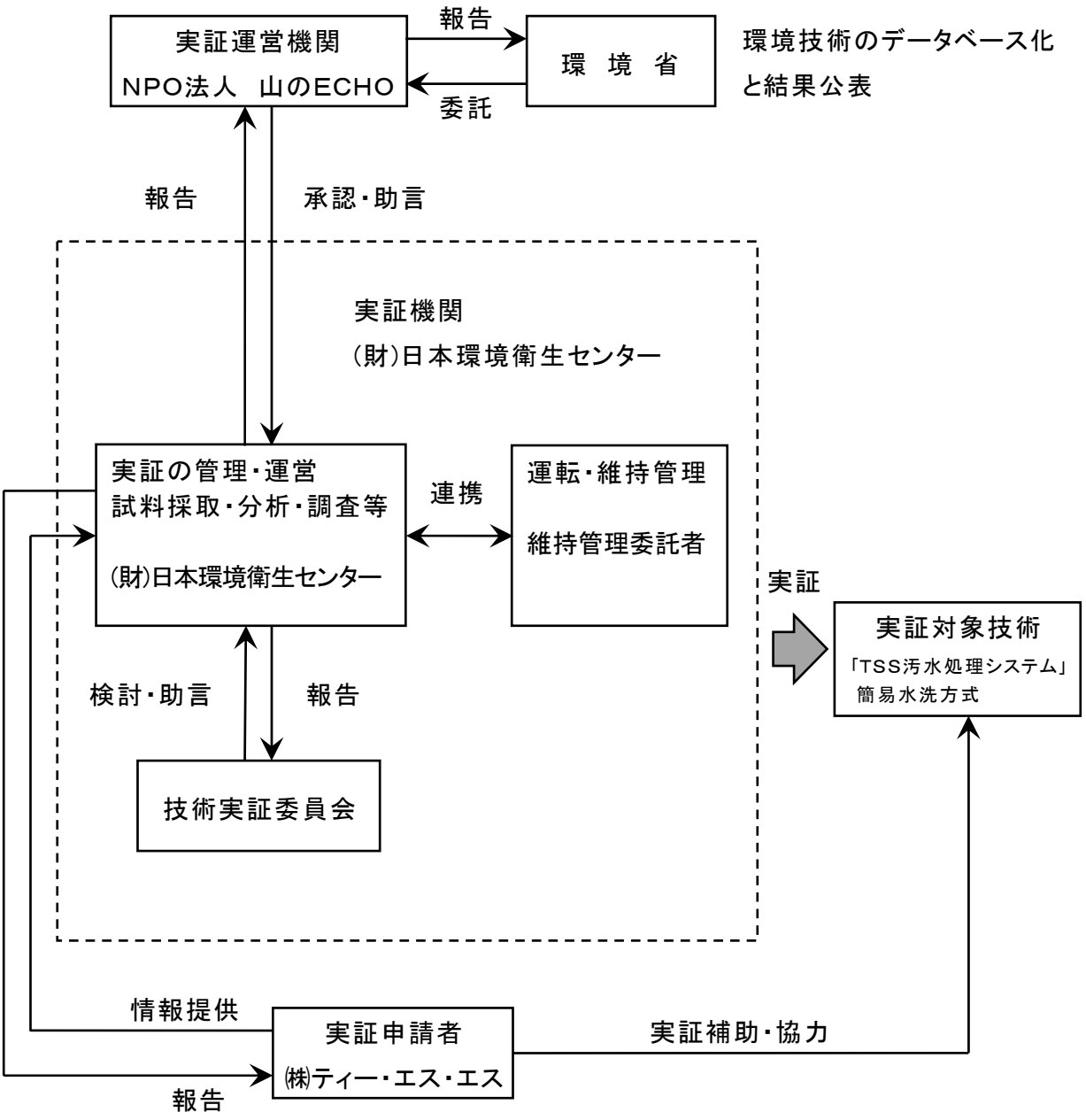

図 5-1-1　実 施 体 制 図

表 5-1-1　参 加 組 織 連 絡 先

実証機関	財団法人　日本環境衛生センター 〒210-0828　神奈川県川崎市川崎区四谷上町11-15 TEL:044-287-3251　FAX:044-287-3255 岡崎　貴之　　E-mail:okazaki@jesc.or.jp
技術実証委員	青井　透（委員長):群馬工業高等専門学校教授 石原　光倫:財団法人日本建築センター評定部設備防災課長 桜井　敏郎:社団法人神奈川県生活水保全協会理事 鈴木　富雄:(前)長野県環境保全研究所専門研究員
実証申請者	株式会社　ティー・エス・エス 〒224-0021　神奈川県横浜市都筑区北山田2丁目22番14号 TEL:045-593-6490　FAX:045-590-4255 矢吹　紳一郎　　E-mail:yabuki@tss.asia

5-2.役割分担

実証試験実施に関わる各機関の役割を以下に示す。

（1）環境省

①モデル事業全体の運営管理及び実証手法・体制の確立に向けた総合的な検討を行う。
②環境省総合環境政策局長の委嘱により「環境技術実証モデル事業検討会」を設置する。
③実証対象技術分野を選定する。
④実証運営機関を選定する。
⑤実証機関を承認する。
⑥実証試験結果報告書を承認する。
⑦実証試験方法の技術開発を行う。
⑧実証試験結果等、関連情報をデータベースにより公表する。
⑨試験結果報告書を承認後、ロゴマーク及び実証番号を申請者に交付する。

（2）環境技術実証モデル事業検討会(以下、「モデル事業検討会」という。)

①環境省が行う事務をはじめとして、モデル事業の実施に関する基本的事項について、専門的知見に基づき検討・助言を行う。
②モデル事業の実施状況、成果について評価を行う。

（3）実証運営機関(NPO法人　山のECHO)

①山岳トイレし尿処理技術ワーキンググループ[有識者(学識経験者、ユーザー代表等)により構成。原則公開で実施]を設置する。
②実証試験要領を作成・改訂する。
③実証機関を選定する(予算の範囲内において、複数設置することができる)。

④実証機関が審査した技術を承認する。
⑤実証機関に実証試験を委託する。
⑥実証申請者から実証試験にかかる手数料の項目の設定と徴収を行う。
⑦必要に応じ、実証機関に対して実証試験計画の内容についての意見を述べる。
⑧実証試験結果報告書を環境省に報告し、承認を得る。
⑨必要に応じ、実証試験方法の技術開発を、環境省に代わり行うことができる。
⑩環境技術実証モデル事業実施要領(第4版)第2部第5章2. の当該技術分野における実証機関の選定の観点に照らし適切と認められた場合に限り、自ら実証機関の機能を兼ねることができる。

(4) 山岳トイレし尿処理技術ワーキンググループ(以下、「WG」という。)

①実証運営機関が行う事務のうち、実証試験要領の作成、実証機関の選定等について、専門的知見に基づき検討・助言を行う。
②山岳トイレし尿処理技術分野に関するモデル事業の運営及び実証試験結果報告書に関して助言を行う。
③当該分野に関する専門的知見に基づき、モデル事業検討会を補佐する。
④より効果的な制度の構築のため、必要に応じ、ベンダー代表団体等も含めた拡大WG(ステークホルダー会議)を開催することができる。

(5) 実証機関(財団法人 日本環境衛生センター)

①環境省及び実証運営機関からの委託・請負により、実証試験を管理・運営する。
②有識者(学識経験者、ユーザー代表等)で構成する技術実証委員会を設置し、運営する。
③実証手数料の詳細額を設定する。
④企業等から実証対象となる技術を公募する。
⑤技術実証委員会の助言を得つつ、申請技術の実証可能性を審査し、審査結果について、実証運営機関の承認を得る。
⑥申請技術の審査結果は、当該技術の申請者に通知する。
⑦実証試験要領に基づき、実証申請者と協議を行い、技術実証委員会で検討し、実証試験計画を作成する。
⑧実証試験要領及び実証試験計画に基づき、実証試験を実施する。そのための、各種法令申請や土地の確保等の手続きについての業務を行う。
⑨実証申請者の作成した「取扱説明書及び維持管理要領書」等に基づき、実証装置の維持管理を行う。
⑩実証試験の一部を外部機関に委託する際は、外部機関の指導・監督を行う。
⑪技術実証委員会での検討を経た上で、実証試験結果報告書を取りまとめ、実証運営機関に報告する。
⑫装置の継続調査が必要と判断した場合、実証申請者の責任において調査を継続する

よう実証申請者に助言することができる。

(6) 技術実証委員会

実証機関が行う「対象技術の公募・審査」、「実証試験計画の作成」、「実証試験の過程で発生した問題の対処」、「実証試験結果報告書の作成」、などについて、専門的知見に基づき検討・助言を行う。

(7) 実証申請者(株式会社　ティー・エス・エス)

①実証機関に、実証試験に参加するための申請を行う。
②実証試験にかかる手数料を実証運営機関に納付する。
③既存の試験データがある場合は、実証機関に提出する。
④実証試験計画の策定にあたり、実証機関と協議する。
⑤実証機関に対し、実証試験計画の内容について承諾した旨の文書を提出する。
⑥「専門管理者への維持管理要領書」、「日常管理者への取扱説明書」等を実証機関に提出する。
⑦実証試験実施場所に実証装置を設置する。
⑧原則として、実証対象装置の運搬、設置、運転及び維持管理、撤去に要する費用を負担する。また薬剤、消耗品、電力等の費用も負担する。
⑨既に設置してある装置については、必要に応じて、実証試験に必要な付帯機器・装置を設置する。
⑩実証試験計画に基づき、または実証機関の了承を得て、実証試験中に装置の操作や測定における補助を行う。
⑪機器の操作、維持管理に関し必要な訓練を受けた技術者を提供する。
⑫運転トラブルが発生した際は速やかに実証機関に報告し、実証機関の承認を得て、できれば立ち会いの上で、迅速に対処するとともに、対処状況を実証機関に報告する。
⑬実証試験結果報告書の作成において、実証機関の求めに応じて協力する。

(8) 日常的な運転・維持管理者

実証試験期間中の運転・維持管理は、実証申請者が作成する「日常管理者への取扱説明書」をもとに原則として実証機関が行う。ただし、既に供用開始している施設では、その施設管理者に、日常的に把握すべき稼動条件・状況や維持管理性能に関するデータ調査協力を依頼することができる。

その場合、実証データの信頼性・中立性を保持するために、施設管理者はトラブル等の異常時を除いて、実証申請者に連絡を取る場合はすべて実証機関を介することとする。

実証機関は、異常が発生した際には速やかに実証申請者に連絡をとり、実証申請者の示した定常運転状態に復帰させるように対処する。不測の事態の際には、実証機関は実証申請者とともに対応する。

（9）定期的な運転・維持管理者

実証試験期間中、適正に運転・維持管理するための定期的な保守点検、特殊清掃等の運転・維持管理は、実証申請者が作成する「専門管理者への維持管理要領書」をもとに実証機関が行う。専門的な運転・維持管理は、し尿処理に精通し、これら作業に慣れた組織・担当者が担当することとする。実証機関は必要に応じて、本業務を外部に委託することができる。

実証申請者は、運転及び維持管理内容について、実際に作業する人と十分打合せを行い、作業方法を指導する必要がある。

5-3.実証試験期間

（1）全体スケジュール

本実証試験は平成21年8月から平成22年2月までの期間実施した。

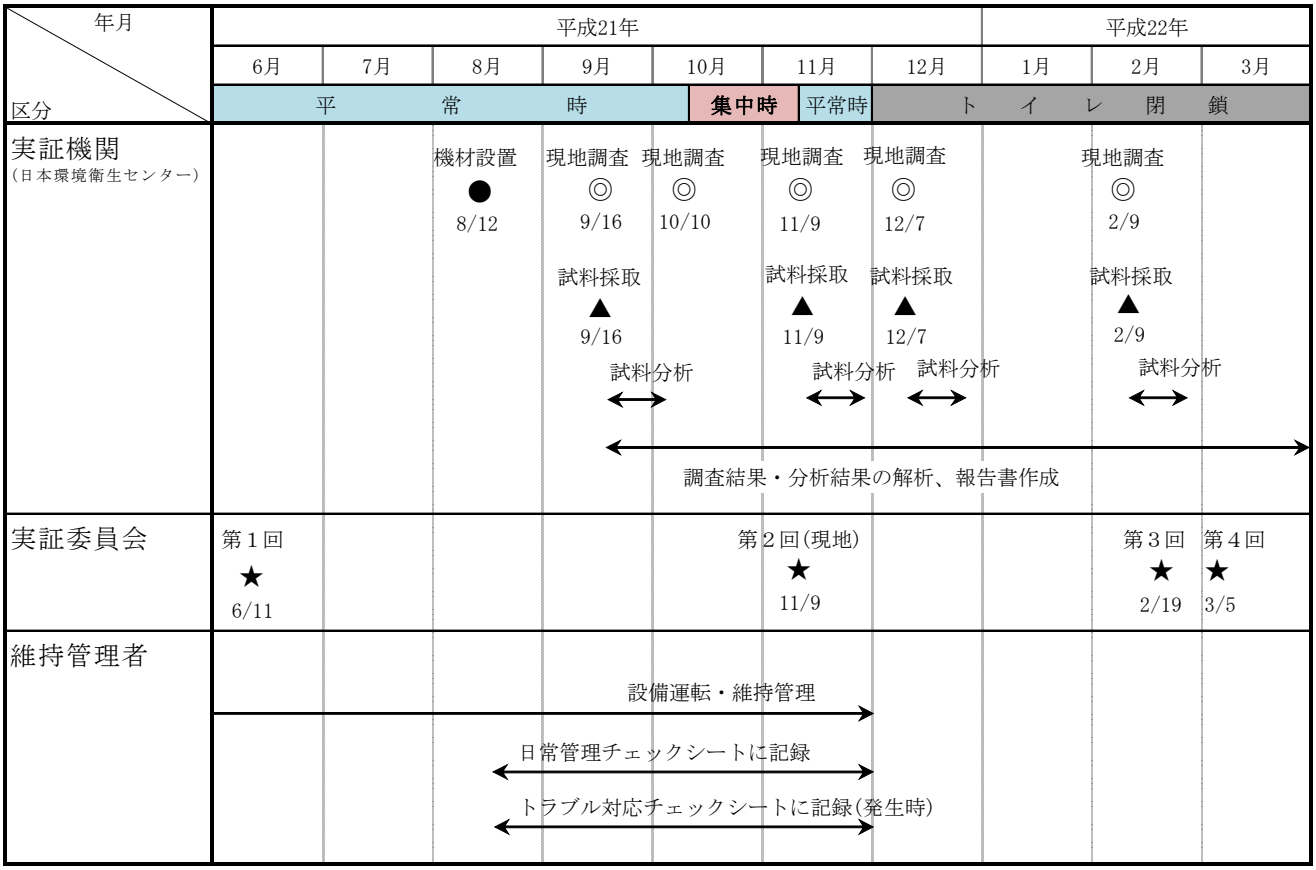

図 5-3-1　実証試験のスケジュール

（2）現地調査及び試料採取スケジュール

現地調査及び試料採取は調査期間を平常時、集中時、低温時等、環境条件毎に分類し、以下の日程で合計4回実施した。なお、大雨による影響を確認するため、ある程度雨天が続いた時期に臨時で現地調査を行った。

表 5-3-1　現地調査及び試料採取の実施スケジュール

稼 動 条 件	実 施 内 容	実 施 年 月 日
平常時(負荷低)	現地調査 試料採取	平成21年 9月16日
集中時(負荷高)	現地調査 試料採取	平成21年11月 9日
平常時(集中時後)	現地調査 試料採取	平成21年12月 7日
気温低温時	現地調査 試料採取	平成22年 2月 9日
降雨集中時	現地調査	平成21年10月10日

5-4.実証試験項目

本実証試験は表5-4-1に示す視点から調査を実施した。

表 5-4-1　土壌処理方式の実証視点

実証視点	調　　査　　者
(1) 稼動条件・状況	日本環境衛生センター
(2) 維持管理性能	
(3) 室内環境	
(4) 処理性能	

（1）稼動条件・状況

対象技術となる装置が適正に稼動するための前提条件として想定される項目を表5-4-2に示す。実証データの算定にあたっては、日常管理者が把握するデータを基礎とする。カウンターはトイレ入口(男女毎)、気温・湿度・大気圧のデータロガーはトイレ建屋の北面壁(常時日陰)に設置した。

表 5-4-2　稼動条件・状況実証に関する項目の測定方法と頻度

分類項目	実証項目	測 定 方 法	頻度	調査者
処理能力	トイレ利用人数	利用者カウンターを設置して測定	1回/2週 1回/週	維持管理者
	トイレットペーパー使用量	補充量を記録	補充時	
水	必要初期水量（m^3）	装置を稼動させるために必要な水量(初期水量)を記録	始動時	日本環境衛生センター
	土壌処理装置水保有状況	検水槽の水位を測定	現地調査時	
汚泥	堆積状況	汚泥堆積状況を記録	現地調査時	
気温等	トイレ設置場所 ①気温 ②湿度 ③大気圧	自動計測器(データロガー)を設置して測定	1回/時	

(2) 維持管理性能

実証申請者が提出する日常管理者用の取扱説明書及び専門管理者用の維持管理要領書に沿って運転・管理を行い、管理作業全般について、その実施状況、実施の難易性、作業性、作業量等を総括的に判断し、報告書の作成を行うものとする。維持管理性能実証項目の記録方法及び頻度を表5-4-3に示す。

表 5-4-3　維持管理性能に関する実証項目の記録方法と頻度

分類項目	実証項目	記録方法	頻度	調査者
日常管理全般	作業内容 所要人員 所要時間 作業性等	日常管理チェックシートに記録	1回/2週 1回/週	維持管理業者
専門管理全般		定期専門管理チェックシートに記録	現地調査時	日本環境衛生センター
トラブル対応		トラブル対応チェックシートに記録	発生時	維持管理業者

(3) 室内環境

トイレを使用する利用者にとって、トイレブース内の空間が快適であることを実証する。また、実証試験期間中にはトイレ利用者へのアンケート調査を行い、室内環境に対する快適性・操作性に関する許容範囲を把握する。利用者室内環境に関する実証項目を表5-4-4に示す。

表 5-4-4　室内環境に関する実証項目

実証項目	方　　法	頻　度	調　査　者
温度	トイレの構造から、気温と同等と判断し、気温の測定データを使用	1回/時	日本環境衛生センター
臭気・換気	建屋内の臭気(調査者の感覚)を記録	現地調査時	
許容範囲	利用者へのアンケート調査を実施 ※調査項目 ①室内の臭いについて ②室内の明るさについて ③洗浄水について ④回答者の性別、年代 ⑤自由意見、その他	合計50人以上 (サンプル数)	

(4) 処理性能

処理性能は、各単位装置が適正に稼動しているかをみる「稼動状況」、処理が適正に進んでいるかをみる「処理状況」、運転に伴って何がどれだけ発生したかをみる「発生物状況」等に分けられる。これらの処理性能を実証するため、工程毎の水質(汚泥を含む)分析、現地測定、現地調査(発生物調査等)を行った。

ア. 試料採取及び測定者

環境計量証明事業所、または、それと同等の品質管理が確保できる機関が担当する。本実証試験では実証機関である(財)日本環境衛生センターが実施した。試料採取、現地測定及び稼動状況調査等にあたっては、装置の構造及び機能を理解し、試料採取に関する知識を有する担当者が行った。

イ. 試料採取計画

処理性能の実証にあたっては、調査期間を集中時と平常時等に分類し、以下の4つの視点で処理性能を把握する。

①視点1:平常時の比較的負荷が高くない場合の処理性能を調査する。

②視点2:集中時における負荷が高い場合の処理性能を調査する。

③視点3:集中時を終えたあとの処理性能を調査する。

④視点4:気温が比較的低温となる時期の処理機能を調査する。

よって試料採取(現地測定及び調査を含む)は、集中時前、集中時、集中時後、気温低温時の計4回実施した。集中時とは設置場所において、1年間で最もトイレ利用者が多いと見込まれる期間として11月初旬に実施した。試料採取検体及び採取日を表5-4-5に示す。

表 5-4-5　試料採取

採取時期 / 検体	平常時	集中時	集中後平常時	気温低下時
	21年9月16日	21年11月9日	21年12月7日	22年2月9日
消化槽[１]液※1	○	○	○	○
消化槽[２]液				○
消化槽[３]液	○	○	○	○
検水槽液(処理水)	○	○	○	○
土壌処理装置	○	○	○	○
周辺土壌※2			○	

※１：消化槽[１]液は雨水混入による希釈効果を確認するため、①下部水位(汚泥)、②中間水位、③上部水位(上澄み)、の３検体を採取。
※２：土壌処理装置近傍(約 10cm)、土壌処理装置遠方(約 10m)の２検体を採取。

ウ. 試料採取手法

試料採取方法は、基本的に JIS K 0094 または下水試験方法に沿って行う。

エ. 試料採取用具

① 液状試料：ひしゃく、状況に応じてスポイト採水器等(細菌試験は滅菌器具を用いる)

② 汚泥試料：ひしゃく、状況に応じて汚泥採取用具等

オ. 試料の保存方法

保冷容器輸送(保冷剤入り)後、冷暗所(冷蔵庫等)にて保存する。

カ. 試料採取時の記録事項

試料採取時の記録事項については、JIS K 0094「6. 採取時の記録事項」を参考に、以下の項目を記録する。

①試料の名称及び試料番号
②採取場所の名称及び採取位置(表層または、採取深度等)
③採取年月日、時刻
④採取者の氏名
⑤採取時の試料温度
⑥その他、採取時の状況、特記事項等

キ. 実証項目の分析及び測定

分析の種類は、正常な水の流れや機器設備の稼動状況等を把握する単位装置の稼動状況調査、各単位装置流出水の性状を把握するための水質調査、及び汚泥の

蓄積状況等を把握するための汚泥調査とする。これらは、機能の判断のため試料採取時にその場で行う調査と、試験室に持ち帰ったのち行う分析に分けられる。

現地で行う調査は、稼動状況調査として装置の稼動状況や汚泥生成量等を確認するとともに、携帯型測定器を使用して試料採取直後に必要な測定を実施した。試験室で行う分析は現地で対応できない項目について機器分析及び化学分析などを実施した。図5-4-1に分析項目及び測定項目、表5-4-6に分析方法及び測定方法について示す。

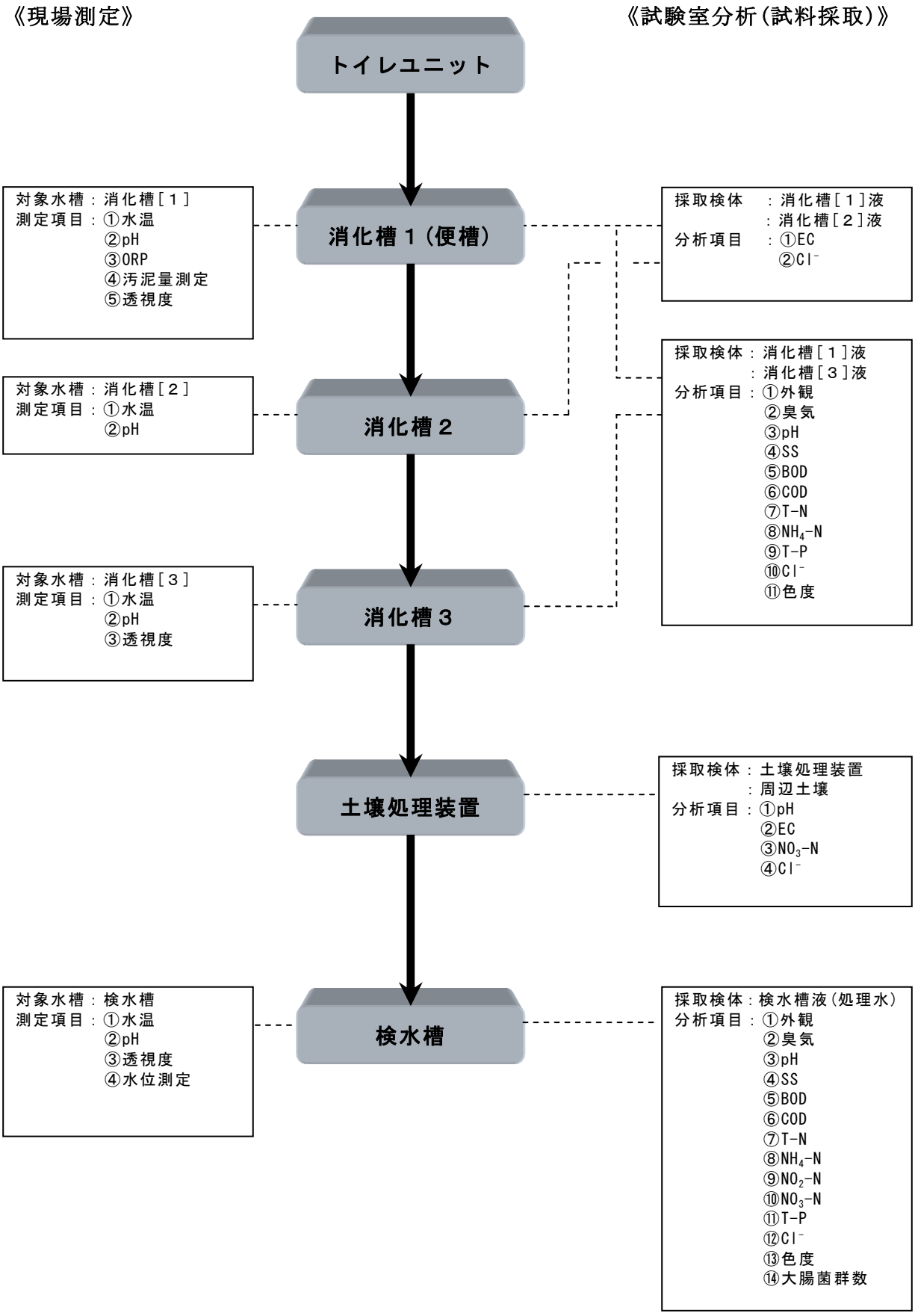

図　５－４－１　　現場測定項目・水質試験項目等

表 5-4-6　各実証項目の分析及び測定方法

分類項目	実証項目	調査・分析方法	実施場所
1.単位装置の稼働状況	－	構造・機能説明書、維持管理要領書をもとに確認（専門管理シートに記入）	F
2.消化槽液	汚泥保持量	汚泥界面測定器具を使用して測定	F
	外観	JIS K 0102 8	L
	臭気	JIS K 0102 10.1	L
	水温	JIS K 0102 7.2	F
	pH	携帯型測定器にて計測	F
		JIS K 0102 12.1	L
	ORP	携帯型測定器にて計測	F
	透視度	JIS K 0102 9	F
	浮遊物質(SS)	昭和 46 年環境庁告示第 59 号付表 9	L
	生物化学的酸素消費量(BOD)	JIS K 0102 21	L
	化学的酸素消費量(COD)	JIS K 0102 17	L
	全窒素(T-N)	JIS K 0102 45	L
	アンモニア性窒素(NH_4-N)	JIS K 0102 42	L
	全りん(T-P)	JIS K 0102 46.3	L
	塩化物イオン(Cl^-)	JIS K 0102 35.1	L
	色度	JIS K 0101 10.1	L
3.土壌処理装置周辺土壌	亜硝酸性窒素(NO_2-N)	JIS K 0102 43.1	L
	硝酸性窒素(NO_3-N)	JIS K 0102 43.1	L
	塩化物イオン(Cl^-)	JIS K 0102 35.1	L
4.処理水(検水槽液)	水量保有状況	検水槽の水位を測定	F
	外観	JIS K 102 8	L
	臭気	JIS K 0102 10.1	L
	水温	JIS K 0102 7.2	L
	pH	携帯型測定器にて計測	F
		JIS K 0102 12.1	L
	透視度	JIS K 0102 9	F
	浮遊物質(SS)	昭和 46 年環境庁告示第 59 号付表 9	L
	生物化学的酸素消費量(BOD)	JIS K 0102 21	L
	化学的酸素消費量(COD)	JIS K 0102 17	L
	全窒素(T-N)	JIS K 0102 45	L
	アンモニア性窒素(NH_4-N)	JIS K 0102 42	L
	亜硝酸性窒素(NO_2-N)	JIS K 0102 43.1	L
	硝酸性窒素(NO_3-N)	JIS K 0102 43.1	L
	全りん(T-P)	JIS K 0102 46.3	L
	塩化物イオン(Cl^-)	JIS K 0102 35.1	L
	色度	JIS K 0101 10.1	L
	大腸菌群数	下水試験方法第 3 編第 3 章第 7 節	L

※実施場所記載欄の、F(Field)は現地測定、L(Laboratory)は試験室分析を表す。

6. 実証試験結果

6-1.稼動条件・状況

(1) 気温・室温

実証装置設置場所の気温、湿度、大気圧は図6-1-1～6-1-2に示すとおりである。

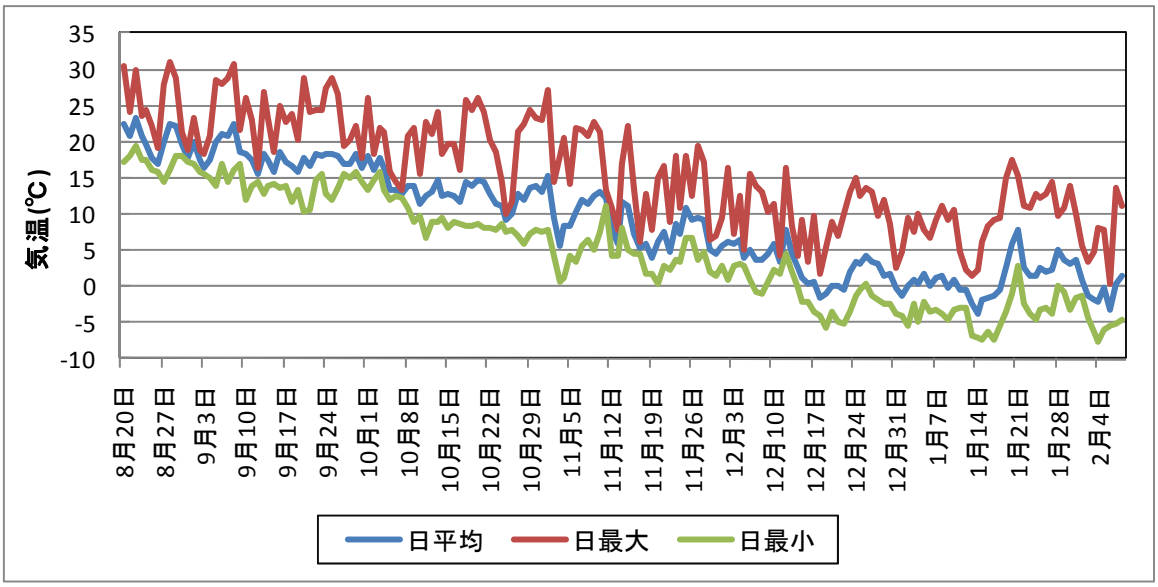

図 6-1-1　実証装置設置場所の気温の経日変化

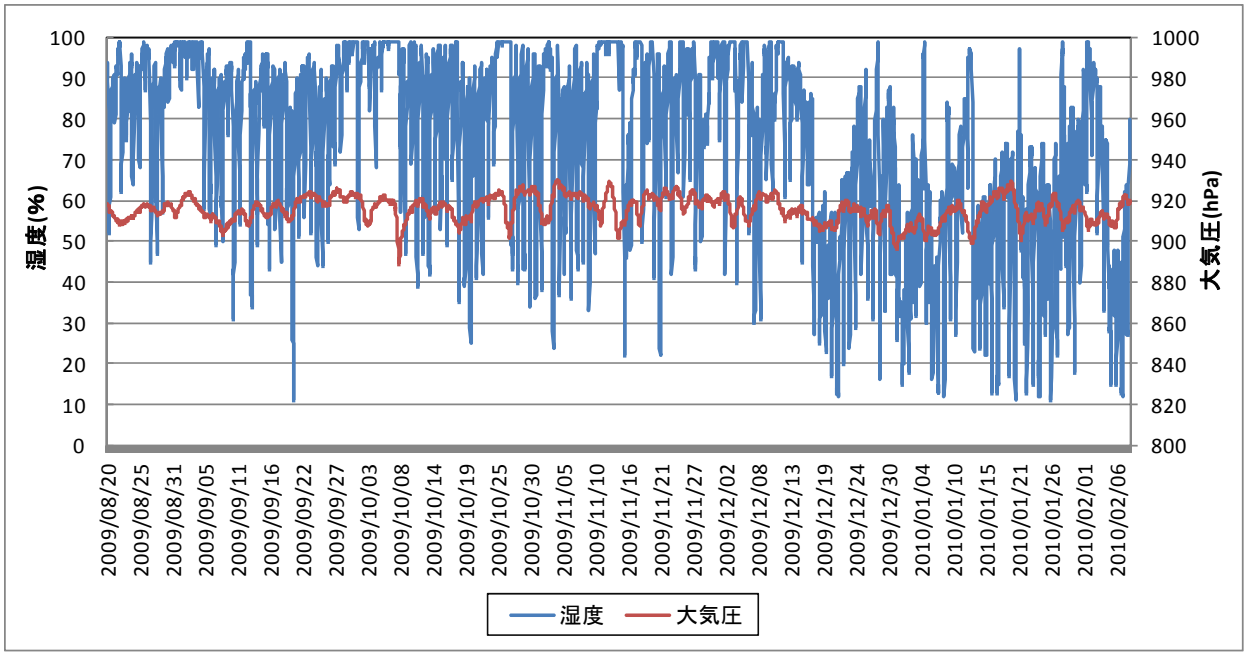

図 6-1-2　実証装置設置場所の湿度及び大気圧の経時変化

(2) 消化槽の水温及び土壌処理装置内の土壌温度

本実証試験では、消化槽(1:便槽)の水温と土壌処理装置内(中央付近:深さ約40cm)の土壌温度について経時変化を測定した。消化槽(1:便槽)における水温の経日変化を図6-1-3、土壌処理装置における土壌温度の経日変化を図6-1-4に示す。

消化槽、土壌処理装置ともに日平均温度、日最大及び日最小温度についてほとんど差がなく、水温及び土壌温度は安定しているが、時期(季節)による水温変動は大きい。気温低下時の現地調査(2月9日)において、最低気温は0℃以下になる状況であったが、土壌について凍結等は認められなかった。奥多摩と同様に積雪はあったものの、土壌処理装置の日当たりもよく、土壌処理装置に残雪等はみられなかった。

気温、消化槽液水温、土壌処理装置の土壌温度の経時変化を図6-1-5に示す。消化槽液水温、土壌処理装置の土壌温度ともに気温に影響を受けている。冬期については気温の低下とともに消化槽液水温や土壌処理装置の土壌温度も低下しているが、最低気温が0℃以下になる12～2月頃においても消化槽液水温及び土壌処理装置の土壌温度は5℃程度にとどまっている。

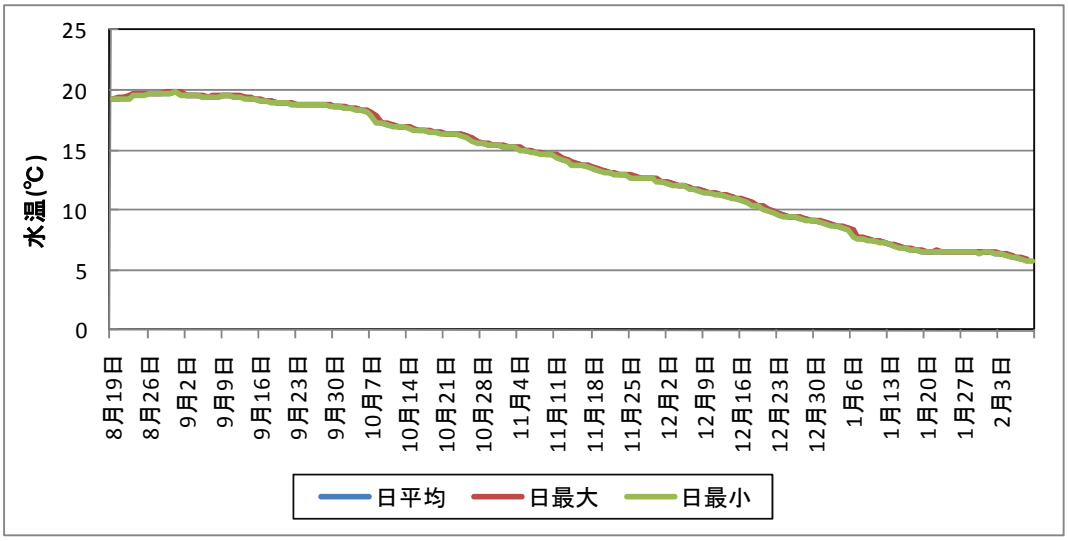

図 6-1-3　消化槽(1:便槽)における水温の経日変化

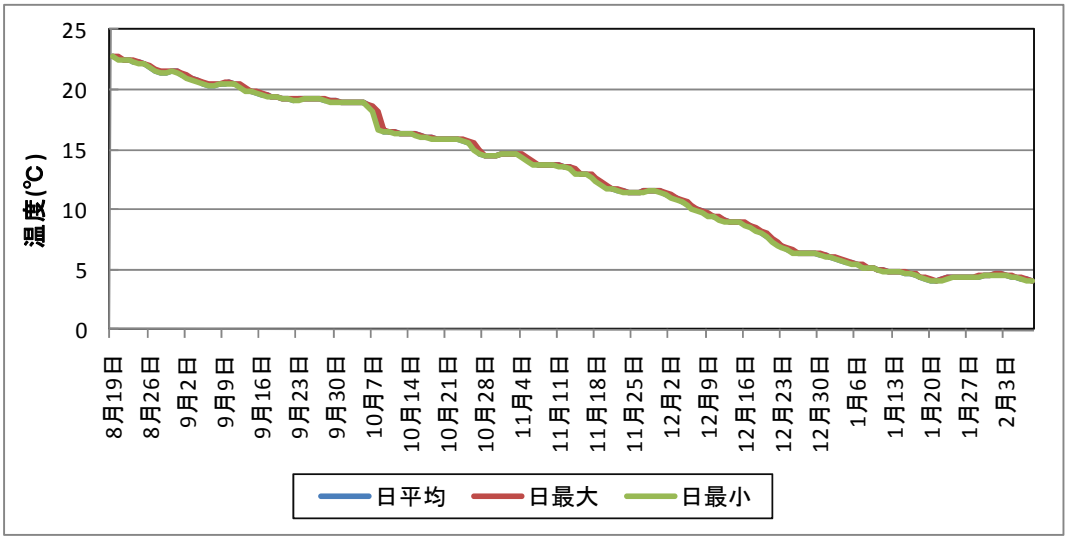

図 6-1-4　土壌処理装置における土壌温度の経日変化

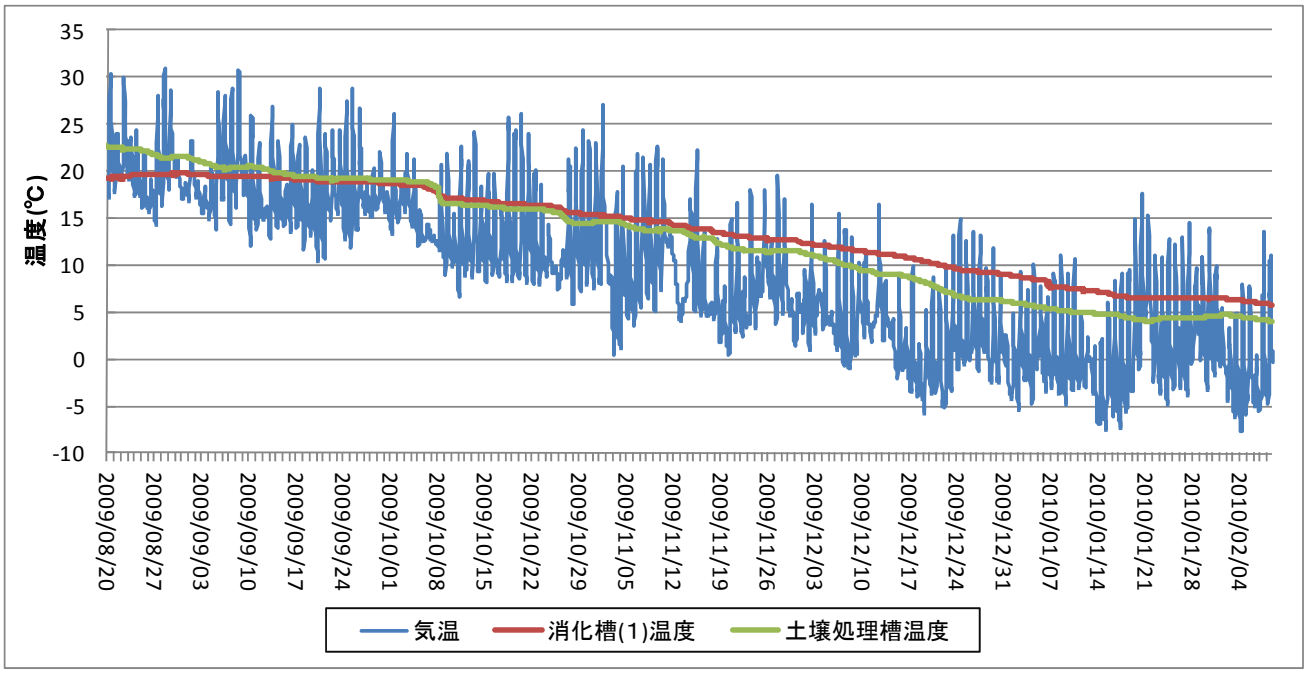

図 6-1-5　気温・消化槽水温・土壌温度の経時変化

(3) 利用者数

実証装置トイレの使用回数(計測期間:8/12～11/30)は図6-1-6～6-1-7に示すとおりである。8/12に計測カウンターを設置して計測を開始したが、明らかに過大と思われるデータが計測されたことから、9/16に新しい計測カウンターを設置した。よって、8/12～9/16における利用者数の計測データは参考データとする。9/16～11/30における本実証トイレの累積使用回数は1,652回であった(8/12～11/30における累積使用回数は2,838回)。日平均利用回数は22回/日、日最大使用回数は42回/日で、ともに処理能力の150回/日を下回った。

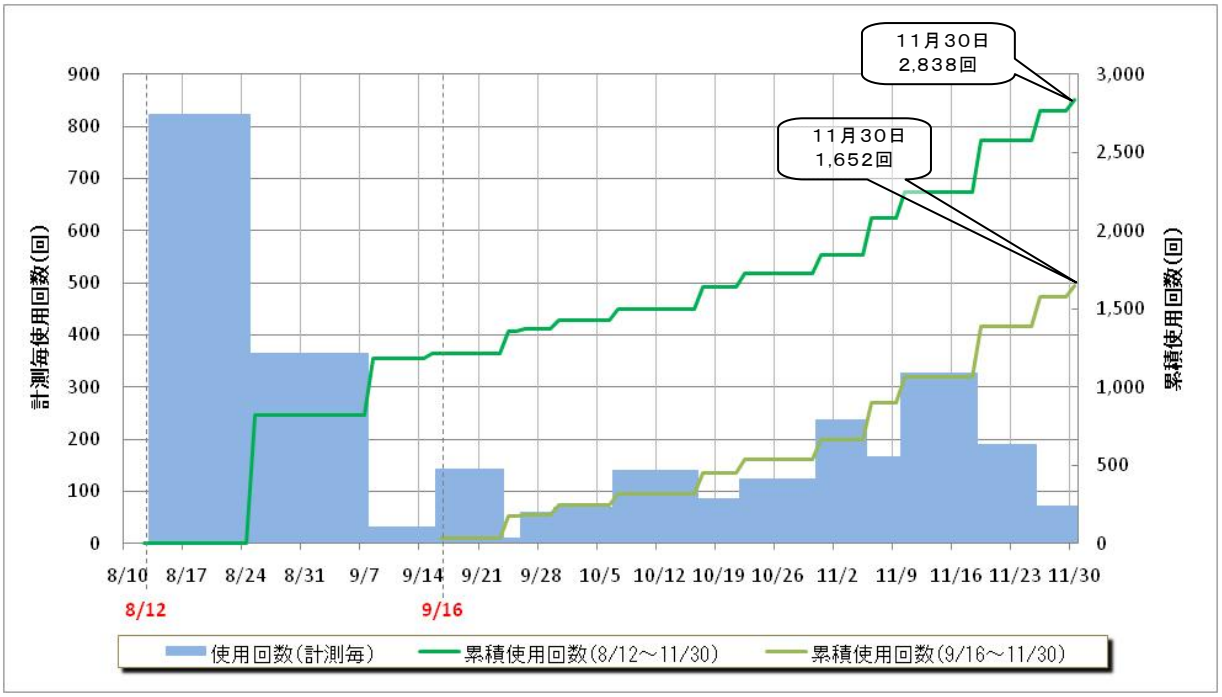

図 6-1-6　実証装置利用者(回)数

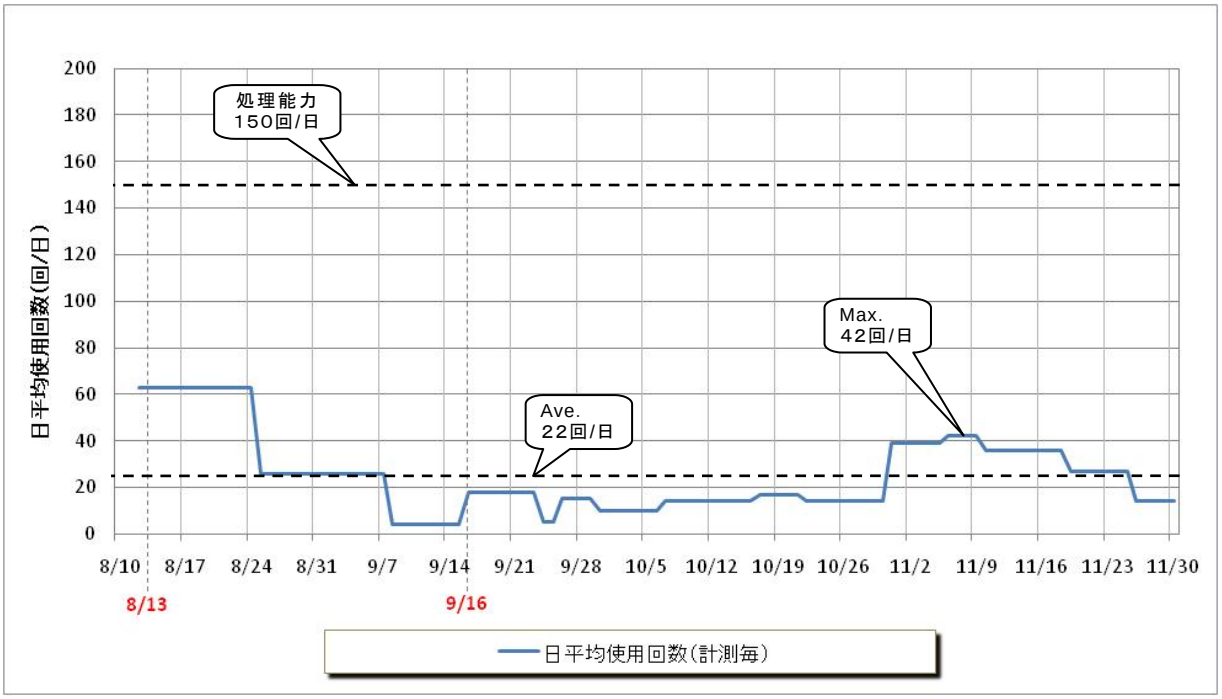

図 6-1-7　実証装置利用者(回)数日平均値

6-2.現地調査結果

現地測定の結果一覧を表6-2-1に示す。

表 6-2-1　現場測定の結果一覧

第1回現地調査［通常期:9月16日(水)］

		外観	水温(℃)	ｐＨ	汚泥界面(cm)	透視度(度)	※保有水(cm)	備考
消化槽	消化槽１	淡黄色	20	－	5	5	－	スカム・異物なし
	消化槽３	淡黄色	21	－	－	15	－	
検水槽	処理水	透明	19	－	－	100以上	0	表面に油膜？有り

※保有水：流入管下部を0cmとして、検水槽の水位を測定。

臨時現地調査［降雨集中時:10月10日(土)］

		外観	水温(℃)	ｐＨ	汚泥界面(cm)	透視度(度)	※保有水(cm)	備考
消化槽	消化槽１	－	－	－	－	－	－	
	消化槽３	－	－	－	－	－	－	
検水槽	処理水	－	－	－	－	－	12	表面に油膜？有り

※保有水：流入管下部を0cmとして、検水槽の水位を測定。

第2回現地調査［ピーク時:11月9日(月)］

		外観	水温(℃)	ｐＨ	汚泥界面(cm)	透視度(度)	※保有水(cm)	備考
消化槽	消化槽１	淡黄色	15	7.23	4	5	－	スカム・異物なし
	消化槽３	淡黄色	15	7.05	－	42	－	
検水槽	処理水	透明	16	6.42	－	100以上	0	表面に油膜？有り

※保有水：流入管下部を0cmとして、検水槽の水位を測定。

第3回現地調査［ピーク時後平常時:12月7日(月)］

		外観	水温(℃)	ｐＨ	ＯＲＰ(mV)	汚泥界面(cm)	透視度(度)	※保有水(cm)	備考
消化槽	消化槽１	淡黄色	11	7.29	-180	3	8	－	異物なし
	消化槽３	淡黄色	10	7.39	－	－	52	－	
検水槽	処理水	透明	13	7.72	－	－	100以上	10	表面に油膜？有り

※保有水：流入管下部を0cmとして、検水槽の水位を測定。
※トイレは閉鎖中。

第4回現地調査［気温低温時:2月9日(火)］

		外観	水温(℃)	ｐＨ	汚泥界面(cm)	透視度(度)	※保有水(cm)	備考
消化槽	消化槽１	淡黄色	8.6	7.98	0	2.5	－	スカム・異物なし
	消化槽３	淡黄色	9.8	7.40	－	11	－	
検水槽	処理水	透明	10	7.09	－	100以上	0	表面に油膜？有り

※保有水：流入管下部を0cmとして、検水槽の水位を測定。
※トイレは閉鎖中。

(1) 外観

各水槽の槽内液外観を表6-2-2に示す。全ての現地検査において同様の結果が認められた。消化槽[1]液の外観は非水洗方式(奥多摩)のものと比較して明らかに希薄であり、消化槽[1]の段階でかなり希釈されている。本トイレは簡易水洗方式であるが、想定以上の洗浄水が流されたのではないかと推測される。処理水(検水槽液)についてはほぼ無色透明の外観であった。また、処理水の表面に油膜のようなものが認められたが、他の土壌処理方式による処理水でも同様の状況が確認されている。BODから判断しても油分とは考えにくく、処理機能上支障ないものと考えられる。

表 6-2-2　消化槽液及び処理水の外観

現地調査 / 水槽	1回目 21.9.16	2回目 21.11.9	3回目 21.12.7	4回目 22.2.9
消化槽1(便槽)	淡黄色	淡黄色	淡黄色	淡黄色
消化槽3	淡黄色	淡黄色	淡黄色	淡黄色
検水槽(処理水)	透明	透明	透明	透明

(2) 水温

各水槽の槽内液の水温を表6-2-3に示す。気温の低下とともに水温は低下し、トイレの休止(12月)頃は10℃程度であった。年間の最低気温時を想定した4回目の現地検査においても消化槽の水温は10℃程度であった。

表 6-2-3　消化槽液及び処理水の水温

現地調査 / 水槽	1回目 21.9.16	2回目 21.11.9	3回目 21.12.7	4回目 22.2.9
消化槽1(便槽)	20	15	11	8.6
消化槽3	21	15	10	9.8
検水槽(処理水)	19	16	13	10

(3) pH

各水槽の槽内液のpHを表6-2-4に示す。消化槽[1]及び消化槽[3]のpHはややアルカリから中性付近であるが、希釈されたし尿と考えれば一般的な性状と考えられる。処理水のpHについては明確な傾向が見られない。土壌処理装置の土壌がアルカリ質であることや土壌処理装置における窒素硝化反応(pH低下)等様々要素が絡み合い、降雨等の影響によってもpHは変動すると考えられる。

表 6-2-4　消化槽液及び処理水のpH

現地調査 / 水槽	1回目 21.9.16	2回目 21.11.9	3回目 21.12.7	4回目 22.2.9
消化槽1（便槽）	－	7.2	7.3	8.0
消化槽3	－	7.1	7.4	7.4
検水槽（処理水）	－	6.4	7.7	7.1

（4）ORP

消化槽の槽内環境を把握するため、消化槽[1]液についてORPを測定した。結果は-180mVであり、嫌気条件が維持されていた。

（5）消化槽[1]の汚泥界面及びスカム

消化槽[1](便槽)について、汚泥界面の測定を実施した。結果は表6-2-5に示すとおりである。数cm程度の汚泥堆積が認められた。

スカムについては年間を通して認められなかった。本トイレは使用済みトイレットペーパーを便槽に投入する方法で使用しているが、表6-2-6に示すとおりトイレットペーパーの使用数(補充数)が奥多摩と比較して少なめであること、また、想定を超えた洗浄水の流入(希釈)等は要因として考えられる。使用済みトイレットペーパーは消化槽[1]では認められるものの、消化槽[2]以降では認められなかった。

表 6-2-5　消化槽[1](便槽)の汚泥堆積量

現地調査 / 水槽	1回目 21.9.16	2回目 21.11.9	3回目 21.12.7	4回目 22.2.9
消化槽1（便槽）	5	4	3	0

表 6-2-6　トイレットペーパー使用数

	8月	9月	10月	11月	合計
トイレットペーパー補充数	0	0	4	3	7

※8月は8月17～31日の補充数。

（6）透視度

各水槽の槽内液の透視度を表6-2-7に示す。消化槽[3]については比較的良好な透視度が得られている。処理水は外観的にも無色透明であり、透視度も100度以上認められた。

表 6-2-7　消化槽液及び処理水の透視度

現地調査 / 水槽	１回目 21.9.16	２回目 21.11.9	３回目 21.12.7	４回目 22.2.9
消化槽１(便槽)	5	5	8	2.5
消化槽３	15	42	52	11
検水槽(処理水)	100以上	100以上	100以上	100以上

(7) 検水槽水位

検水槽水位の測定結果は表6-2-8 に示すとおりである。

本実証装置は土壌処理装置における蒸発散が主体であることから、土壌処理装置等から雨水が混入することは当然予想される。そこで、実証装置設置場所最寄りの気象観測所(小河内気象観測所)の降雨量データ、及びを図6-2-1にまとめた。また、図中の累積雨水混入量は土壌処理装置上部の雨水が全て処理系内に混入すると仮定し、土壌処理装置の表面積(14㎡)と降雨量(mm)から、処理系内に混入した雨水を水量換算した結果である。実際は土壌処理装置が周囲より若干盛り上がっていることから、幾分かの雨水は土壌処理装置上部を表流して外部に排出されていると考えられる。

大雨直後の検水槽水位を確認するため、10月10日に現地調査を実施した。10月8日に関東に台風が通過して2日後の時点である。検水槽の水位は集水管レベル(平常時)より12 cm 程度上がっていたが、許容範囲と思われる。ただし、10月8日はかなりの大雨ではあったものの、最近では想定外の豪雨(ゲリラ豪雨等)も珍しくなく、このような豪雨で検水槽の水位がどこまで上がるか、またはオーバーフローが発生するのか、検証は必要と思われる。

表 6-2-8　検水槽の水位

現地調査 / 水槽	１回目 21.9.16	大雨後 21.10.10	２回目 21.11.9	３回目 21.12.7	４回目 22.2.9
検水槽(処理水)	0	12	0	10	0

※流入管下部を0cmとして、検水槽の水位を測定。

図　６－２－１　　降雨データ（小河内気象観測所）

（8）維持管理上のトラブル等

本トイレは平常時には1回/2週、ピーク時には1回/週の頻度で維持管理(清掃等)を実施している。維持管理者からは、大便器の詰まりが度々報告されている。本トイレは簡易水洗でありながら想定を超える洗浄水の流入があり、汚物の流れが悪いことに原因があるのではないかと推測される。利用者アンケートからも洗浄水関連について課題が指摘されている(水がでない、流れが悪い等)。

（9）構造上の課題等

ア. 消化槽[1]における滞留時間のバラツキ

本トイレは消化槽[1](便槽)にトイレユニットから3系列(男子小便器、男子大便器、女子大便器)で流入してくる構造となっている。消化槽[1]液は消化槽[2]へ移流するが、流入箇所によって明らかに消化槽[1]での滞留時間が異なる構造となっており、特に女子用の流入管は消化槽[2]への移流管の近傍に設置されており、本体の滞留時間を満足していない可能性が高い。実証試験では使用人数が少なかったこともあり、処理機能に大きな問題はなかったが、能力に近い使用回数で使用した場合の処理機能が懸念される。仕切り板等を設けて液の流れを誘導する等の改善が必要と思われる。

イ. トイレユニットの構造

維持管理者からの報告にもあったようにトイレユニット(主に大便器)で汚物の詰まりが度々発生している。便器から消化槽への配管については曲管を使用しない設計であり、配管で詰まるような現象は確認されていないことから、問題となっているのは便器における汚物の流れにくさと考えられる。簡易水洗は少量の洗浄水で便器を洗浄する方式であることから、トイレットペーパーが便器に張り付くなどして、汚物が流れにくくなることは十分考えられる。一方、非水

洗方式のトイレ(奥多摩)では汚物の詰まり等は報告されていない。簡易水洗であるがためのトラブルとも考えられるが、便器の構造等においてさらなる改善を検討することが望まれる。

6-2.現地調査結果

現地測定の結果一覧を表6-2-1に示す。

表 6-2-1　現場測定の結果一覧

第1回現地調査［通常期:9月16日(水)］

		外観	水温(℃)	ｐＨ	汚泥界面(cm)	透視度(度)	※保有水(cm)	備考
消化槽	消化槽１	淡黄色	20	－	5	5	－	スカム・異物なし
	消化槽３	淡黄色	21	－	－	15	－	
検水槽	処理水	透明	19	－	－	100以上	0	表面に油膜？有り

※保有水：流入管下部を0cmとして、検水槽の水位を測定。

臨時現地調査［降雨集中時:10月10日(土)］

		外観	水温(℃)	ｐＨ	汚泥界面(cm)	透視度(度)	※保有水(cm)	備考
消化槽	消化槽１	－	－	－	－	－	－	
	消化槽３	－	－	－	－	－	－	
検水槽	処理水	－	－	－	－	－	12	表面に油膜？有り

※保有水：流入管下部を0cmとして、検水槽の水位を測定。

第2回現地調査［ピーク時:11月9日(月)］

		外観	水温(℃)	ｐＨ	汚泥界面(cm)	透視度(度)	※保有水(cm)	備考
消化槽	消化槽１	淡黄色	15	7.23	4	5	－	スカム・異物なし
	消化槽３	淡黄色	15	7.05	－	42	－	
検水槽	処理水	透明	16	6.42	－	100以上	0	表面に油膜？有り

※保有水：流入管下部を0cmとして、検水槽の水位を測定。

第3回現地調査［ピーク時後平常時:12月7日(月)］

		外観	水温(℃)	ｐＨ	ＯＲＰ(mV)	汚泥界面(cm)	透視度(度)	※保有水(cm)	備考
消化槽	消化槽１	淡黄色	11	7.29	-180	3	8	－	異物なし
	消化槽３	淡黄色	10	7.39	－	－	52	－	
検水槽	処理水	透明	13	7.72	－	－	100以上	10	表面に油膜？有り

※保有水：流入管下部を0cmとして、検水槽の水位を測定。
※トイレは閉鎖中。

第4回現地調査［気温低温時:2月9日(火)］

		外観	水温(℃)	ｐＨ	汚泥界面(cm)	透視度(度)	※保有水(cm)	備考
消化槽	消化槽１	淡黄色	8.6	7.98	0	2.5	－	スカム・異物なし
	消化槽３	淡黄色	9.8	7.40	－	11	－	
検水槽	処理水	透明	10	7.09	－	100以上	0	表面に油膜？有り

※保有水：流入管下部を0cmとして、検水槽の水位を測定。
※トイレは閉鎖中。

(1) 外観

各水槽の槽内液外観を表6-2-2に示す。全ての現地検査において同様の結果が認められた。消化槽[1]液の外観は非水洗方式(奥多摩)のものと比較して明らかに希薄であり、消化槽[1]の段階でかなり希釈されている。本トイレは簡易水洗方式であるが、想定以上の洗浄水が流されたのではないかと推測される。処理水(検水槽液)についてはほぼ無色透明の外観であった。また、処理水の表面に油膜のようなものが認められたが、他の土壌処理方式による処理水でも同様の状況が確認されている。BODから判断しても油分とは考えにくく、処理機能上支障ないものと考えられる。

表 6-2-2　消化槽液及び処理水の外観

現地調査 / 水槽	1回目 21.9.16	2回目 21.11.9	3回目 21.12.7	4回目 22.2.9
消化槽1(便槽)	淡黄色	淡黄色	淡黄色	淡黄色
消化槽3	淡黄色	淡黄色	淡黄色	淡黄色
検水槽(処理水)	透明	透明	透明	透明

(2) 水温

各水槽の槽内液の水温を表6-2-3に示す。気温の低下とともに水温は低下し、トイレの休止(12月)頃は10℃程度であった。年間の最低気温時を想定した4回目の現地検査においても消化槽の水温は10℃程度であった。

表 6-2-3　消化槽液及び処理水の水温

現地調査 / 水槽	1回目 21.9.16	2回目 21.11.9	3回目 21.12.7	4回目 22.2.9
消化槽1(便槽)	20	15	11	8.6
消化槽3	21	15	10	9.8
検水槽(処理水)	19	16	13	10

(3) pH

各水槽の槽内液のpHを表6-2-4に示す。消化槽[1]及び消化槽[3]のpHはややアルカリから中性付近であるが、希釈されたし尿と考えれば一般的な性状と考えられる。処理水のpHについては明確な傾向が見られない。土壌処理装置の土壌がアルカリ質であることや土壌処理装置における窒素硝化反応(pH低下)等様々要素が絡み合い、降雨等の影響によってもpHは変動すると考えられる。

表 6-2-4　消化槽液及び処理水のpH

現地調査 / 水槽	1回目 21.9.16	2回目 21.11.9	3回目 21.12.7	4回目 22.2.9
消化槽1（便槽）	－	7.2	7.3	8.0
消化槽3	－	7.1	7.4	7.4
検水槽（処理水）	－	6.4	7.7	7.1

（4）ORP

消化槽の槽内環境を把握するため、消化槽[1]液についてORPを測定した。結果は-180mVであり、嫌気条件が維持されていた。

（5）消化槽[1]の汚泥界面及びスカム

消化槽[1](便槽)について、汚泥界面の測定を実施した。結果は表6-2-5に示すとおりである。数cm程度の汚泥堆積が認められた。

スカムについては年間を通して認められなかった。本トイレは使用済みトイレットペーパーを便槽に投入する方法で使用しているが、表6-2-6に示すとおりトイレットペーパーの使用数(補充数)が奥多摩と比較して少なめであること、また、想定を超えた洗浄水の流入(希釈)等は要因として考えられる。使用済みトイレットペーパーは消化槽[1]では認められるものの、消化槽[2]以降では認められなかった。

表 6-2-5　消化槽[1](便槽)の汚泥堆積量

現地調査 / 水槽	1回目 21.9.16	2回目 21.11.9	3回目 21.12.7	4回目 22.2.9
消化槽1（便槽）	5	4	3	0

表 6-2-6　トイレットペーパー使用数

	8月	9月	10月	11月	合計
トイレットペーパー補充数	0	0	4	3	7

※8月は8月17～31日の補充数。

（6）透視度

各水槽の槽内液の透視度を表6-2-7に示す。消化槽[3]については比較的良好な透視度が得られている。処理水は外観的にも無色透明であり、透視度も100度以上認められた。

表 6-2-7　消化槽液及び処理水の透視度

現地調査 / 水槽	１回目 21.9.16	２回目 21.11.9	３回目 21.12.7	４回目 22.2.9
消化槽１(便槽)	5	5	8	2.5
消化槽３	15	42	52	11
検水槽(処理水)	100以上	100以上	100以上	100以上

(7) 検水槽水位

検水槽水位の測定結果は表6-2-8 に示すとおりである。

本実証装置は土壌処理装置における蒸発散が主体であることから、土壌処理装置等から雨水が混入することは当然予想される。そこで、実証装置設置場所最寄りの気象観測所(小河内気象観測所)の降雨量データ、及びを図6-2-1にまとめた。また、図中の累積雨水混入量は土壌処理装置上部の雨水が全て処理系内に混入すると仮定し、土壌処理装置の表面積(14㎡)と降雨量(mm)から、処理系内に混入した雨水を水量換算した結果である。実際は土壌処理装置が周囲より若干盛り上がっていることから、幾分かの雨水は土壌処理装置上部を表流して外部に排出されていると考えられる。

大雨直後の検水槽水位を確認するため、10月10日に現地調査を実施した。10月8日に関東に台風が通過して2日後の時点である。検水槽の水位は集水管レベル(平常時)より12 cm 程度上がっていたが、許容範囲と思われる。ただし、10月8日はかなりの大雨ではあったものの、最近では想定外の豪雨(ゲリラ豪雨等)も珍しくなく、このような豪雨で検水槽の水位がどこまで上がるか、またはオーバーフローが発生するのか、検証は必要と思われる。

表 6-2-8　検水槽の水位

現地調査 / 水槽	１回目 21.9.16	大雨後 21.10.10	２回目 21.11.9	３回目 21.12.7	４回目 22.2.9
検水槽(処理水)	0	12	0	10	0

※流入管下部を0cmとして、検水槽の水位を測定。

図　６－２－１　　降雨データ（小河内気象観測所）

（8）維持管理上のトラブル等

本トイレは平常時には1回/2週、ピーク時には1回/週の頻度で維持管理(清掃等)を実施している。維持管理者からは、大便器の詰まりが度々報告されている。本トイレは簡易水洗でありながら想定を超える洗浄水の流入があり、汚物の流れが悪いことに原因があるのではないかと推測される。利用者アンケートからも洗浄水関連について課題が指摘されている(水がでない、流れが悪い等)。

（9）構造上の課題等

ア. 消化槽[1]における滞留時間のバラツキ

本トイレは消化槽[1](便槽)にトイレユニットから3系列(男子小便器、男子大便器、女子大便器)で流入してくる構造となっている。消化槽[1]液は消化槽[2]へ移流するが、流入箇所によって明らかに消化槽[1]での滞留時間が異なる構造となっており、特に女子用の流入管は消化槽[2]への移流管の近傍に設置されており、本体の滞留時間を満足していない可能性が高い。実証試験では使用人数が少なかったこともあり、処理機能に大きな問題はなかったが、能力に近い使用回数で使用した場合の処理機能が懸念される。仕切り板等を設けて液の流れを誘導する等の改善が必要と思われる。

イ. トイレユニットの構造

維持管理者からの報告にもあったようにトイレユニット(主に大便器)で汚物の詰まりが度々発生している。便器から消化槽への配管については曲管を使用しない設計であり、配管で詰まるような現象は確認されていないことから、問題となっているのは便器における汚物の流れにくさと考えられる。簡易水洗は少量の洗浄水で便器を洗浄する方式であることから、トイレットペーパーが便器に張り付くなどして、汚物が流れにくくなることは十分考えられる。一方、非水

洗方式のトイレ(奥多摩)では汚物の詰まり等は報告されていない。簡易水洗であるがためのトラブルとも考えられるが、便器の構造等においてさらなる改善を検討することが望まれる。

6-3.水質分析結果

採取した試料の水質分析結果を表6-3-1に示す。

表 6-3-1　水質分析結果一覧

平常時:9月16日

分析項目 試料	pH	EC (mS/m)	BOD (mg/L)	COD (mg/L)	SS (mg/L)	T-N (mg/L)	NH_4-N (mg/L)	NO_2-N (mg/L)	NO_3-N (mg/L)	T-P (mg/L)	色度 (度)	Cl^- (mg/L)	大腸菌群数 (個/cm^3)
消化槽[1](便槽)液 汚泥	－	220	－	－	－	－	－	－	－	－	－	140	－
消化槽[1](便槽)液 中間液	7.8	210	21	67	5	230	180	－	－	16	－	130	－
消化槽[1](便槽)液 上澄液	－	220	－	－	－	－	－	－	－	－	－	140	－
消化槽[3]液	7.8	190	29	56	13	190	160	－	－	14	－	120	－
検水槽液(処理水)	8.4	210	13	38	5未満	210	23	34	150	0.1未満	5未満	140	30未満

集中時:11月9日

分析項目 試料	pH	EC (mS/m)	BOD (mg/L)	COD (mg/L)	SS (mg/L)	T-N (mg/L)	NH_4-N (mg/L)	NO_2-N (mg/L)	NO_3-N (mg/L)	T-P (mg/L)	色度 (度)	Cl^- (mg/L)	大腸菌群数 (個/cm^3)
消化槽[1](便槽)液 汚泥	－	260	－	－	－	－	－	－	－	－	－	160	－
消化槽[1](便槽)液 中間液	7.4	250	58	110	8	250	200	－	－	19	－	160	－
消化槽[1](便槽)液 上澄液	－	260	－	－	－	－	－	－	－	－	－	160	－
消化槽[3]液	7.3	170	1.6	26	5未満	160	130	－	－	12	－	120	－
検水槽液(処理水)	7.8	190	1未満	27	5未満	160	2.8	24	130	0.1未満	5未満	130	30未満

集中後平常時:12月7日

分析項目 試料	pH	EC (mS/m)	BOD (mg/L)	COD (mg/L)	SS (mg/L)	T-N (mg/L)	NH_4-N (mg/L)	NO_2-N (mg/L)	NO_3-N (mg/L)	T-P (mg/L)	色度 (度)	Cl^- (mg/L)	大腸菌群数 (個/cm^3)
消化槽[1](便槽)液 汚泥	－	230	－	－	－	－	－	－	－	－	－	140	－
消化槽[1](便槽)液 中間液	7.4	230	57	98	11	210	180	－	－	16	－	140	－
消化槽[1](便槽)液 上澄液	－	230	－	－	－	－	－	－	－	－	－	140	－
消化槽[3]液	7.4	180	2.5	27	5未満	150	140	－	－	13	－	120	－
検水槽液(処理水)	8.4	170	3.1	22	5未満	140	3.7	19	110	0.1未満	5未満	120	65

気温低温時:2月9日

分析項目 試料	pH	EC (mS/m)	BOD (mg/L)	COD (mg/L)	SS (mg/L)	T-N (mg/L)	NH_4-N (mg/L)	NO_2-N (mg/L)	NO_3-N (mg/L)	T-P (mg/L)	色度 (度)	Cl^- (mg/L)	大腸菌群数 (個/cm^3)
消化槽[1](便槽)液 汚泥	－	230	－	－	－	－	－	－	－	－	－	160	－
消化槽[1](便槽)液 中間液	8.0	230	16	67	10	250	190	－	－	16	－	140	－
消化槽[1](便槽)液 上澄液	－	230	－	－	－	－	－	－	－	－	－	150	－
消化槽[2]液	7.7	230	23	61	11	260	200	－	－	18	－	150	－
消化槽[3]液	7.9	230	5.9	49	12	210	200	－	－	17	－	150	－
検水槽液(処理水)	7.7	170	0.6	15	5未満	140	0.1未満	13	130	0.1未満	5未満	130	30未満

(1) 希釈倍率

各検体の塩素イオン濃度を使用して、希釈倍率を算出した結果を表6-3-2に示す。

消化槽[1]液は汚泥、中間液、上澄液ともに有意な濃度差は認められない。また、消化槽[1]から消化槽[3]にかけても有意な濃度差は認めら得ていない。なお、トイレの構造上土壌処理装置で雨水の混入があるはずであるが、消化槽[3]液と検水槽液にも有意な濃度差は認められなかった。本トイレは簡易水洗トイレであり、消化槽[1](便槽)の段階でかなり希釈されている(塩素イオンが既に低濃度)状況であるため、多量の雨水等が混入しない限りは塩素イオン濃度差に反映されないと考えられる。

非水洗方式(奥多摩)の消化槽[1]液の塩素イオン濃度(1,000mg/L 程度)を参考に、本装置の消化槽[1]の希釈倍率を算出すると約6～7倍となり、設計条件(2倍希釈)を大きく超える

希釈が認められた。トラブル事例でも述べたように、汚物(トイレットペーパーも含めて)の流れが悪いことから、洗浄水を多量に使う傾向が推測される。

希釈倍率が設計を大きく超えていることから、汚水量増加に伴う滞留日数の不足が懸念される。本実証試験で得られた平均使用回数(22回/日)、発生原単位(0.3L/回:し尿のみ)、希釈倍率(7倍)を使用して、消化槽の滞留日数を算出した。洗浄水を含んだ発生汚水量(日量)は約46L/日で、消化槽全体の容量[8.625㎥]に対して約187日の滞留日数となり、設計条件[60日]を十分満足していた。逆算すると、現在のような処理条件(7倍希釈程度)では使用回数が60～70回/日を超えると消化槽の滞留日数不足が懸念されることとなる。

表 6-3-2　希釈倍率

		日時	消化槽３	検水槽 処理水
第１回目調査	平常時	9月16日	1.1	1.0
第２回目調査	ピーク時	11月9日	1.3	1.2
第３回目調査	平常時	12月7日	1.2	1.2
第４回目調査	低気温時	2月9日	1.0	1.1

※計算上、1以下となった場合は1.0とした。

(2) BOD、COD

各槽内液の無希釈換算濃度(雨水による希釈のみ。洗浄水による希釈は考慮していない。)及び除去率を表6-3-3～6-3-4、各槽の濃度変化を図6-3-1～6-3-2に示す。また、消化槽[1]液の汚濁量を100とした場合、各槽における汚濁量減少のイメージを図6-3-3～6-3-4に示す。

BODについて、第1回目試料採取時(平常時:9月16日)の除去率がやや低いが、他の時期については処理水の段階で90%以上の除去率が得られている。うち、2回目(ピーク時)と3回目(ピーク後平常時)の試料採取では消化槽[3]の段階で90%以上の除去率が得られた。

CODについてもBODと同様の傾向が認められた。1回目の試料採取ではやや低い除去率であったが、他時期については処理水の段階で70%以上の除去率が得られている。うち、2回目(ピーク時)と3回目(ピーク後平常時)の試料採取では消化槽[3]の段階でも70%程度の除去率が得られている。

本装置は想定を超える希釈(洗浄水流入)があることもあり、原水(消化槽[1]液)の性状が非常に低濃度であるため、除去率として現れにくい要素がある。特に、第1回目及び第4回目の試料採取における消化槽[1]液の濃度(BOD、COD)は低く、計算上除去率も低い結果となっている。消化槽[1]液はトイレの使用方法(洗浄回数等)によって性状は大きく変動すると考えられるため、各工程の除去率についても変動が考えられる。処理水の濃度は低濃度であり、処理機能的に支障はないと考えられる。

表　６－３－３　　各槽の無希釈換算濃度と除去率（ＢＯＤ）

日　時	状況	項目	消化槽	消化槽３		検水槽	
				分析値	無希釈換算	分析値	無希釈換算
第１回目調査 9月16日	平常時	濃度 (mg/L)	21	29	31.4	13	13
		除去率 (%)	－	－	-50	－	38
第２回目調査 11月９日	集中時	濃度 (mg/L)	58	1.6	2.13	1 未満	1.2 未満
		除去率 (%)	－	－	96	－	98 以上
第３回目調査 12月７日	平常時 (ピーク後)	濃度 (mg/L)	57	2.5	2.92	3.1	3.6
		除去率 (%)	－	－	95	－	94
第４回目調査 2月９日	気温低時	濃度 (mg/L)	16	5.9	5.9	0.6	1
		除去率 (%)	－	－	63	－	96

表　６－３－４　　各槽の無希釈換算濃度と除去率（ＣＯＤ）

日　時	状況	項目	消化槽	消化槽３		検水槽	
				分析値	無希釈換算	分析値	無希釈換算
第１回目調査 9月16日	平常時	濃度 (mg/L)	67	56	61	38	35
		除去率 (%)	－	－	9	－	47
第２回目調査 11月９日	集中時	濃度 (mg/L)	110	26	35	27	33
		除去率 (%)	－	－	68	－	70
第３回目調査 12月７日	平常時 (ピーク後)	濃度 (mg/L)	98	27	32	22	26
		除去率 (%)	－	－	68	－	74
第４回目調査 2月９日	気温低時	濃度 (mg/L)	67	49	46	15	16
		除去率 (%)	－	－	32	－	76

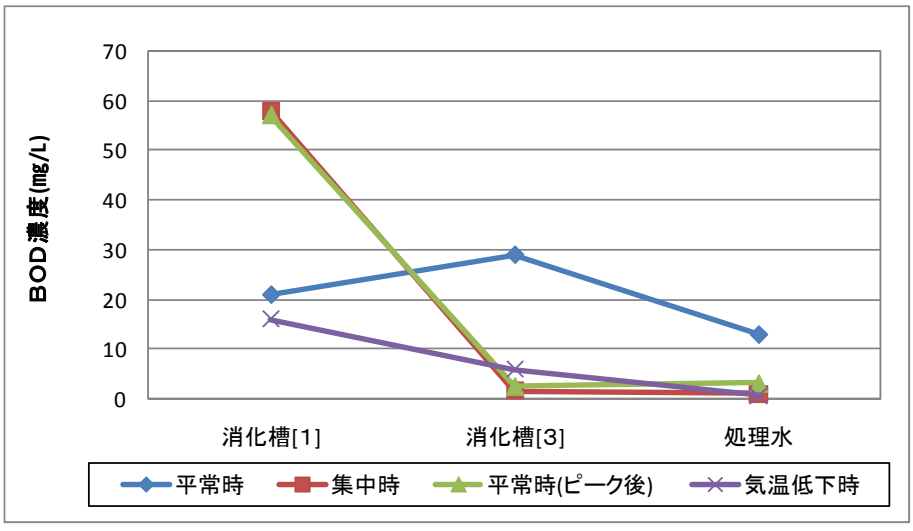

図　６－３－１　　各槽のＢＯＤ変化

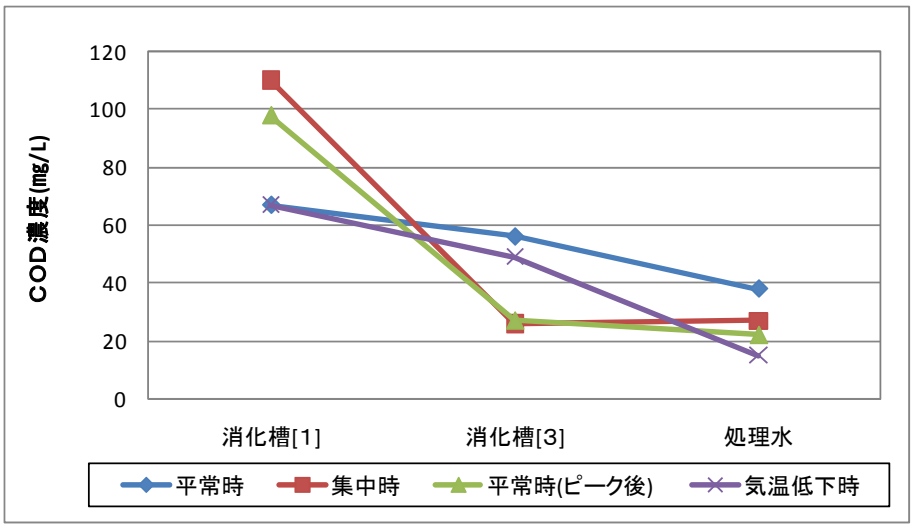

図　６－３－２　　各槽のＣＯＤ変化

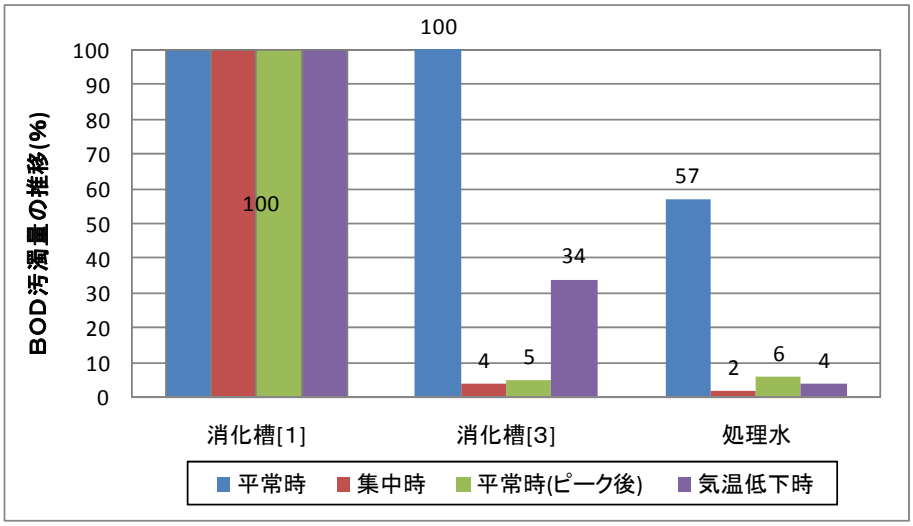

図　６－３－３　　ＢＯＤ汚濁量の減少推移

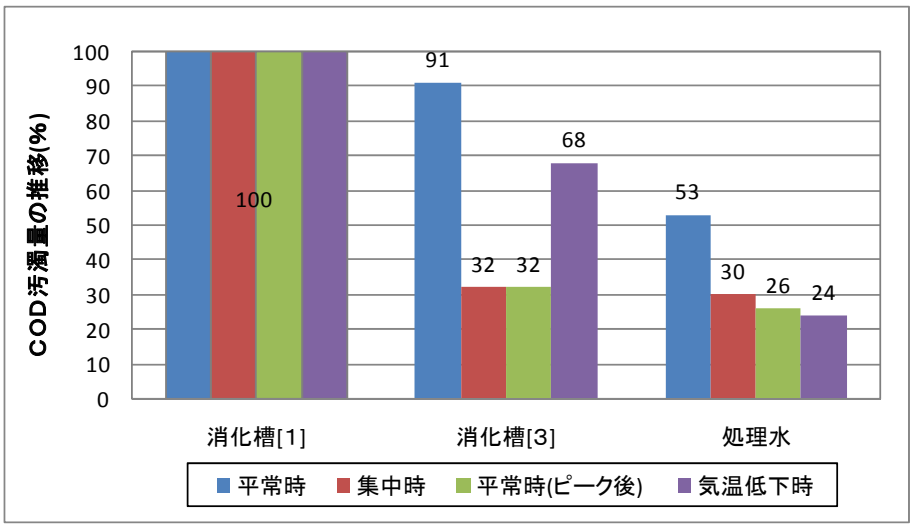

図　６－３－４　　ＣＯＤ汚濁量の減少推移

(3) SS

本装置において高濃度のSSが悪影響を及ぼす事項として、土壌処理装置の散水装置における目詰まりが考えられる。本装置の消化槽[3](予備ろ過室)には、異物等による散水装置目詰まりの防止策として接触ろ材が設置されている。消化槽[3]液(土壌処理原水)のSS濃度は表6-3-5に示すとおりであるが、いずれも低濃度であり、消化槽[3]の接触ろ材が有効に機能していると考えられる。

表 6-3-5　　消化槽液、検水槽液のＳＳ濃度

日　時	状況	項　　目	消化槽[３]	検水槽
第１回目調査 9月16日	平常時	ＳＳ濃度 (mg/L)	13	5未満
第２回目調査 11月9日	集中時	ＳＳ濃度 (mg/L)	5未満	5未満
第３回目調査 12月7日	平常時 (ピーク後)	ＳＳ濃度 (mg/L)	5未満	5未満
第４回目調査 2月9日	気温低時	ＳＳ濃度 (mg/L)	12	5未満

(4) 窒素

各槽内液の無希釈換算濃度及び除去率を表6-3-6、処理水の形態別窒素濃度を6-3-7、各槽の濃度変化を図6-3-5に示す。また、消化槽[1]液の汚濁量を100とした場合、各槽における汚濁量減少のイメージを図6-3-6に示す。

本装置は積極的な窒素除去を見込んだ設計ではないが、装置全体(処理水)で20～40%程度の窒素除去率が得られている。消化槽[3]液の窒素形態はほとんどがアンモニア性窒素、処理水の窒素形態はほとんどが硝酸性窒素であることから土壌処理装置内では窒素の硝化が進行している。土壌処理装置内で一時的に脱窒素条件が整い(一時的な嫌気状態、部分的な嫌気ゾーン等)、付随的に脱窒素処理機能が働いたと考えられる。

表 6-3-6　　各槽の無希釈換算濃度と除去率(全窒素)

日　時	状況	項目	消化槽	消化槽３		検水槽	
				分析値	無希釈換算	分析値	無希釈換算
第１回目調査 9月16日	平常時	濃度 (mg/L)	230	190	206	210	210
		除去率 (%)	－	－	11	－	9
第２回目調査 11月9日	集中時	濃度 (mg/L)	250	160	213	160	197
		除去率 (%)	－	－	15	－	21
第３回目調査 12月7日	平常時 (ピーク後)	濃度 (mg/L)	210	150	175	140	163
		除去率 (%)	－	－	17	－	22
第４回目調査 2月9日	気温低時	濃度 (mg/L)	250	210	210	140	151
		除去率 (%)	－	－	16	－	40

表　６－３－７　　処理水の形態別窒素

日　時	状況	水槽名	T－N (mg/L)	NH_4－N (mg/L)	NO_2－N (mg/L)	NO_3－N (mg/L)
第１回目調査 9月16日	平常時	消化槽[３]	190	160	—	—
		検水槽	210	23	34	150
第２回目調査 11月10日	集中時	消化槽[３]	160	130	—	—
		検水槽	160	2.8	24	130
第３回目調査 12月８日	平常時 (ピーク後)	消化槽[３]	150	140	—	—
		検水槽	140	3.7	19	110
第４回目調査 2月９日	気温低時	消化槽[３]	210	200	—	—
		検水槽	140	0.1未満	13	130

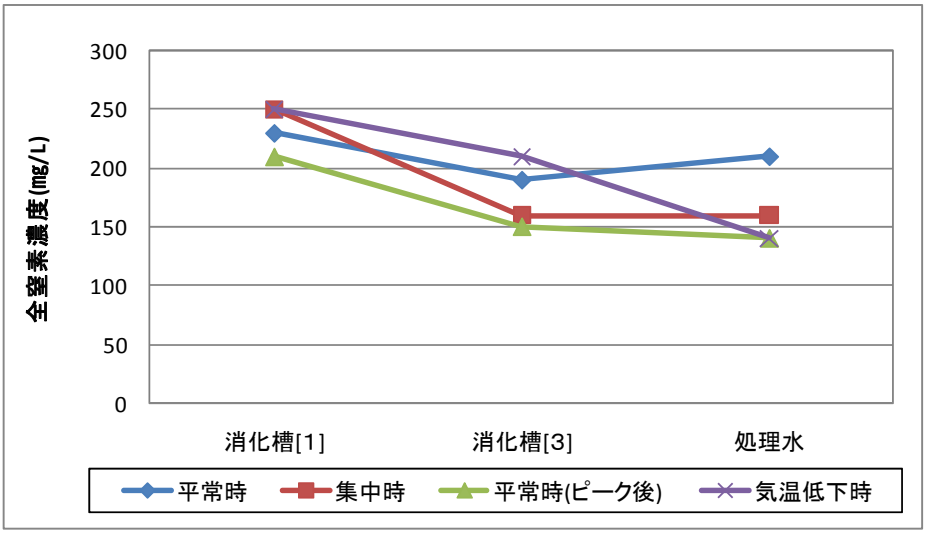

図　６－３－５　　各槽の全窒素変化

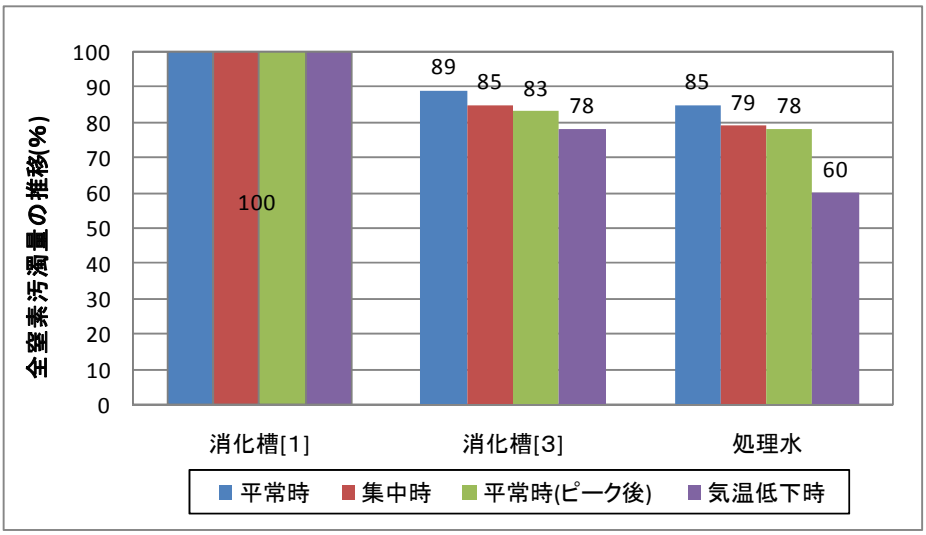

図　６－３－６　　窒素汚濁量の減少推移

（5）全りん

各槽内液の無希釈換算濃度及び除去率を表6-3-8、各槽の濃度変化を図6-3-7に示す。

また、消化槽[1]液の汚濁量を100とした場合、各槽における汚濁量減少のイメージを図6-3-8に示す。

装置全体(処理水)で90%以上のりん除去率が得られている。ただし、りんは生物処理のみで完全に除去(消滅)させることは原理的にできないため、土壌による吸着効果等が大きいと考えられる。長い目でみれば、土壌中に蓄積していると考えることが妥当と思われる。

表 6-3-8　　各槽の無希釈換算濃度と除去率(全りん)

日　時	状況	項目	消化槽	消化槽３		検水槽	
				分析値	無希釈換算	分析値	無希釈換算
第１回目調査 9月16日	平常時	濃度 (mg/L)	16	14	15	0.1 未満	0.1 未満
		除去率 (%)	―	―	5	―	99 以上
第２回目調査 11月9日	集中時	濃度 (mg/L)	19	12	16	0.1 未満	0.1 未満
		除去率 (%)	―	―	16	―	99 以上
第３回目調査 12月7日	平常時 (ピーク後)	濃度 (mg/L)	16	13	15	0.1 未満	0.1 未満
		除去率 (%)	―	―	5	―	99 以上
第４回目調査 2月9日	気温低時	濃度 (mg/L)	16	17	17	0.1 未満	0.1 未満
		除去率 (%)	―	―		―	99 以上

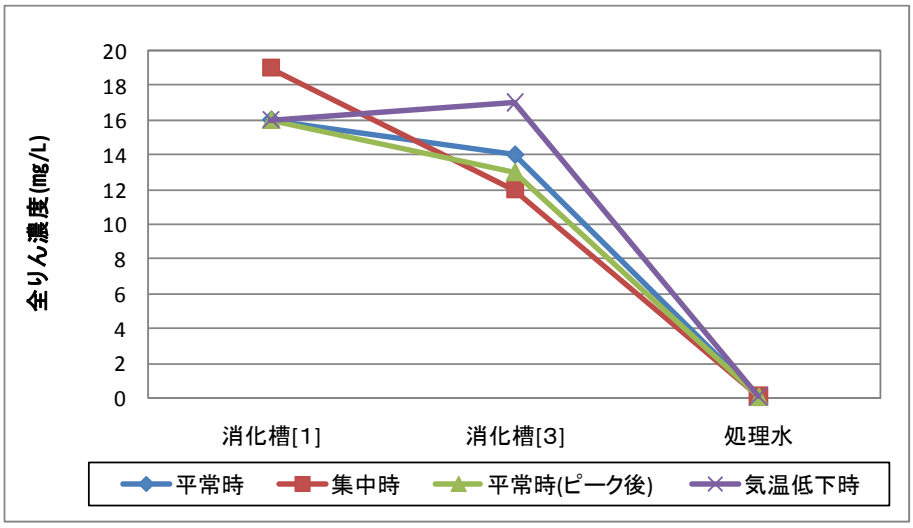

図　6-3-7　　各槽の全りん変化

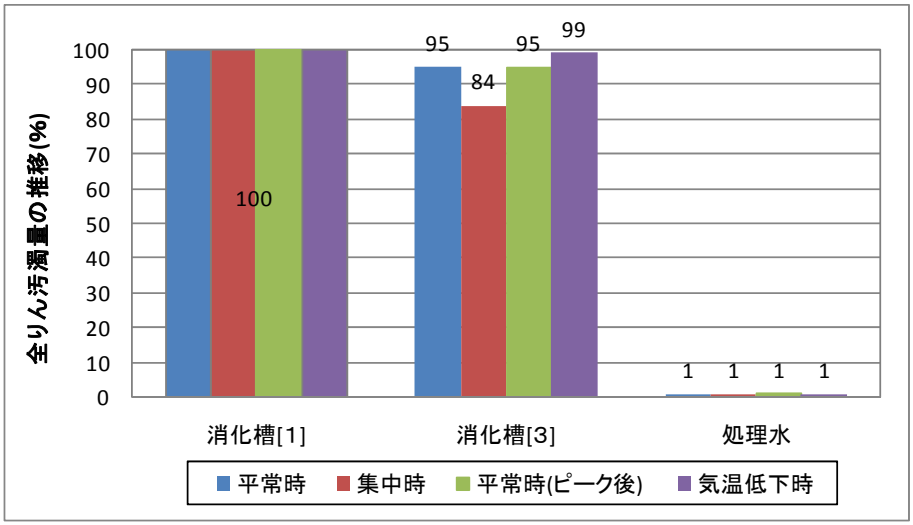

図　6－3－8　　りん汚濁量の減少推移

(6) 大腸菌群数

処理水(検水槽液)について、ほとんど大腸菌群数は認められなかった。第3回(ピーク後集中時:12月7日)の試料採取において若干の大腸菌群が認められたが、支障ない範囲であると考えられる。

(7) 土壌処理装置及び周辺土壌

土壌処理装置の土壌及び周辺土壌の溶出試験結果を表6-3-9に示す。

土壌処理装置の土壌pHはややアルカリであるが、設置当初の土壌(人工土壌)pHは10程度であり、使用経過とともにpHは低下していると考えられる。また、電気伝導度については、周辺土壌と比較してやや高めとなっている。

表６－３－９　　土壌の溶出試験結果

日　時	状況	項目	土壌処理装置	周辺土壌Ａ	周辺土壌Ｂ
第１回目調査 9月16日	平常時	ｐＨ	8.3	－	－
		ＥＣ　(mS/m)	15	－	－
		NO_3-N　(mg/L)	0.5	－	－
		Cl^-　(mg/L)	1未満	－	－
第２回目調査 11月10日	集中時	ｐＨ	8.2	－	－
		ＥＣ　(mS/m)	12	－	－
		NO_3-N　(mg/L)	0.1	－	－
		Cl^-　(mg/L)	1未満	－	－
第３回目調査 12月8日	平常時 (ピーク後)	ｐＨ	8.2	7.7	7.2
		ＥＣ　(mS/m)	15	8.6	3.7
		NO_3-N　(mg/L)	0.2	0.1未満	0.2
		Cl^-　(mg/L)	0.2	0.3	0.2
第４回目調査 2月9日	気温低時	ｐＨ	8.3	－	－
		ＥＣ　(mS/m)	14	－	－
		NO_3-N　(mg/L)	0.6	－	－
		Cl^-　(mg/L)	0.2	－	－

土壌処理装置：土壌処理装置のほぼ中央。表層より40cmで採取。
周辺土壌Ａ：土壌処理装置近傍(約10cm)土壌。表層より40cmで採取。
周辺土壌Ｂ：土壌処理装置遠傍(約10m)土壌。表層より40cmで採取。

6-4.アンケート集計結果

実証試験期間中に実施したアンケートの集計結果は以下のとおりである。

（1）アンケート回答者

アンケートの回答数は23で、その内訳は図6-4-1のとおりである。

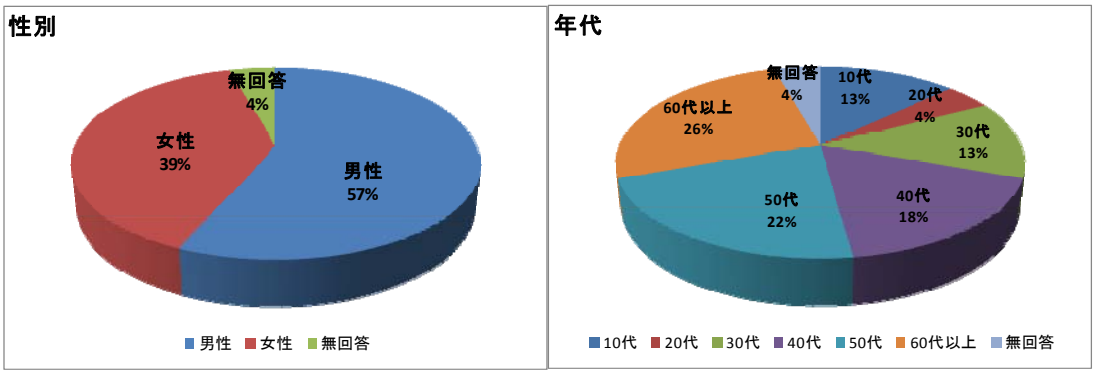

図 6-4-1　アンケート回答者の内訳

（2）トイレブース内のにおい

トイレブース内のにおいについては74%以上が許容範囲と回答した。

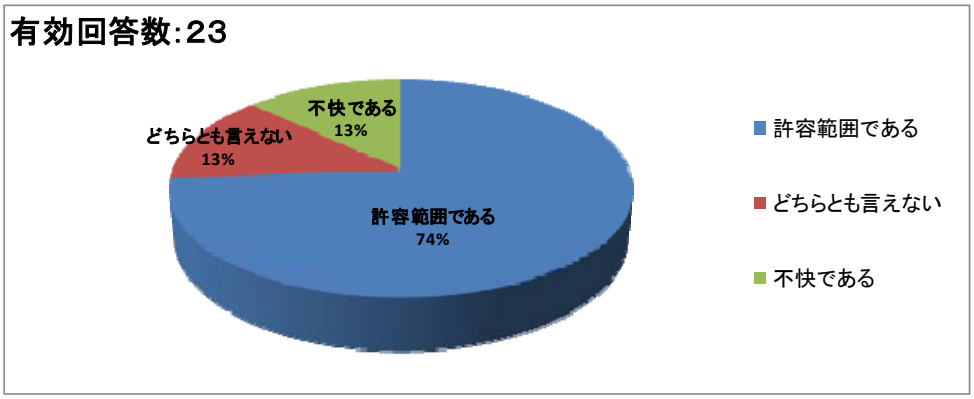

図 6-4-2　トイレブース内のにおい

(3) トイレブース内の明るさ

本トイレには照明設備がないが、トイレブース内の明るさついては68%が許容範囲と回答した。「暗い」との回答が18%認められたが、本トイレは車で来ることができる便利な場所にあるため、夕方以降の薄暗い時間帯にも使用があったと推測される。

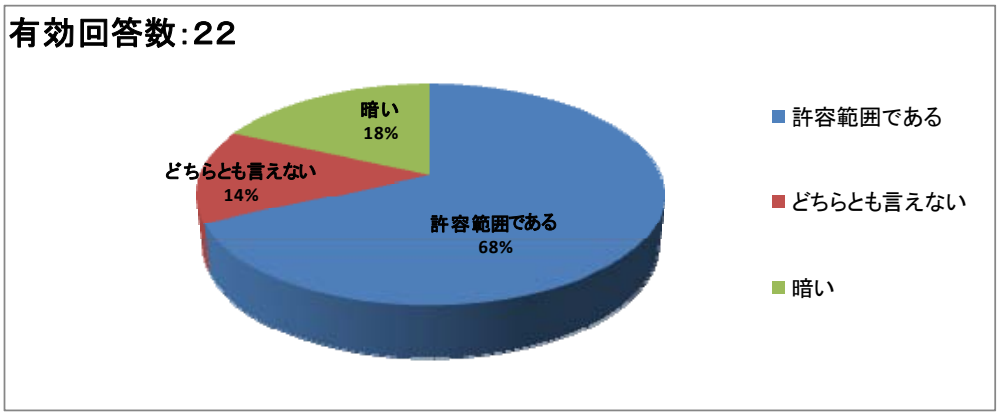

図 6-4-3　トイレブース内の明るさ

(4) 洗浄水について

洗浄水については、許容範囲との回答は全体で55%にとどまっている。維持管理者からの報告をみても便器の詰まり等は度々発生しており、アンケートからも「汚物が流れない」、「水がでない」といった不満が認められた。

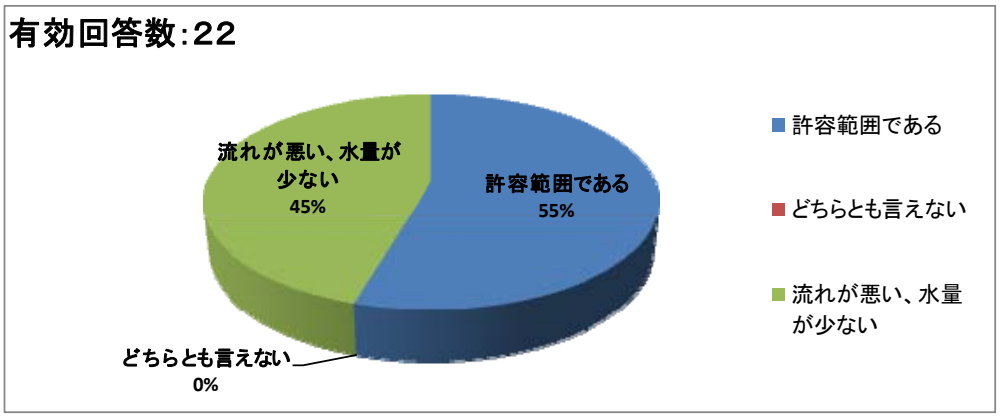

図 6-4-4　洗浄水について

（5）全体的な使い勝手

トイレの使い勝手について、許容範囲と回答したのは全体の56％である。改善すべきとの回答の多くは洗浄水に関する内容であり、「汚物が流れない」、「洗浄水量が少ない」、「便器の詰まり等による悪臭」等が指摘されている。

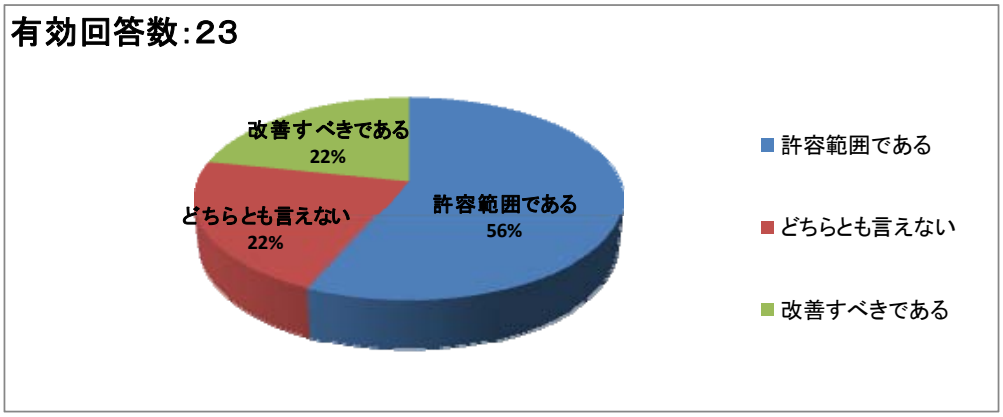

図 6-4-5　全体的な使い勝手

（6）まとめ、その他

全体的に半数以上は「許容範囲」と回答しているものの、「改善すべき」との回答も相当数認められた。特に洗浄水関連については「改善すべき」との意見が45％あり、「汚物のながれが悪い」、「洗浄水量が少ないのでは」等の意見が認められた。においについても若干「不快」との意見が認められたが、維持管理者より汚物の詰まりが報告されていることを考慮すると、汚物が詰まった場合等のにおいではないかとも推測される。

このように改善を指摘する意見がある一方で、「山岳トイレとしては申し分ない」、「もっと多く設置してほしい」等の好意的な意見も多数認められた。本装置は車で来ることができる場所にあるため、利用者は登山者に限らず、一般的な観光客も見込まれている。このため、本トイレを登山者等のように「山岳トイレ」として認識している場合と、一般観光客のように「普通の公衆トイレ(浄化槽等)」として認識している場合とで、意見が分かれたものと考えられる。

6-5.非水洗方式との比較

本装置は東京都奥多摩町にある非水洗トイレ「奥多摩湖いこいの路　いこいの広場公衆トイレ」と水槽容量がほぼ同等である。また、地理的にも近く、気象条件も類似している。そこで、この2つのトイレを非水洗方式、簡易水洗方式それぞれの観点から処理機能等を比較してみた。

(1) 処理機能

主要項目の分析結果(4回実施した分析の平均値)は表6-5-1に示すとおりである。小菅の簡易水洗トイレは設計を超える希釈が認められたこともあり、消化槽[1](便槽)の段階でかなり低濃度となっている。小菅村の簡易水洗トイレは便器洗浄による希釈倍率を2倍として設計されているが、奥多摩の非水洗トイレの消化槽[1]液を無希釈し尿と仮定して塩素イオン濃度から希釈倍率を計算すると、7倍程度の希釈が推測される。

表 6－5－1　　主要項目の水質分析結果

項目 / 水槽	ＢＯＤ(mg/L)		ＣＯＤ(mg/L)		全窒素(mg/L)		全りん(mg/L)		塩素イオン(mg/L)	
	非水洗(奥多摩)	簡易水洗(小菅)	非水洗(奥多摩)	簡易水洗(小菅)	非水洗(奥多摩)	簡易水洗(小菅)	非水洗(奥多摩)	簡易水洗(小菅)	非水洗(奥多摩)	簡易水洗(小菅)
消化槽[１](便槽)	990	38	430	86	1,250	235	98	17	1,000	142
消化槽[３]	37	9.8	206	40	1,112	178	86	14	－	128
検水槽(処理水)	0.9未満	4.5未満	1.1未満	26	21	162	0.1未満	0.1未満	48	130

※奥多摩の消化槽[３]は初期水の残留が認められたため、無希釈換算値を使用。

ア. BOD

BODについては消化槽[3]出口(土壌処理前)の段階でかなり処理が進行している。消化槽[3]液のBOD濃度について、小菅の結果では10mg/Lを下回っており、奥多摩の結果についても初期水残留による希釈を考慮しても良好な結果が得られている。また、消化槽[1]液のBOD濃度も一般的なし尿のBOD濃度(10，000mg/L程度)と比較して低濃度となっており、この段階ですでにBODの処理はかなり進行しているものと考えられる。この根拠としてBOD／N比を算出してみた。嫌気処理はBODについては除去可能であるが窒素については基本的に除去できない。し尿処理施設を設計する場合、し尿のBOD／N比を3程度とする場合が一般的であるが、奥多摩の消化槽[1]液では0.79、小菅の消化槽[1]液では0.16と、かなりBODの割合が低い結果が得られた。消化槽[3]液についても同様にBOD／N比を算出すると、奥多摩で0.033、小菅で0.055となった。

イ. COD

CODについては、希釈の有無による濃度の差こそ認められるが、奥多摩、小菅ともに同様の傾向を示した。消化槽において約50％の除去が得られ、土壌処理装置での処理を経て90％以上の除去が認められている。

ウ. 窒素

本装置は基本的に窒素を積極的に除去する設計にはなっていないが、多少の窒素除去効果が認められた。処理水の窒素形態をみると奥多摩、小菅ともにほとんどが硝酸性窒素であり、土壌処理装置で窒素の硝化が進行していることが確認された。土壌処理装置内で一時的に脱窒素条件が整い(一時的な嫌気状態、部分的な嫌気ゾーン等)、付随的に脱窒素処理機能が働いたと考えられる。

エ. 全りん

全りんについては、希釈の有無による濃度の差こそ認められるが、奥多摩、小菅ともに同様の傾向を示した。消化槽においてはほとんど除去が認められず、土壌処理装置での処理を経て90%以上の除去が認められている。ただし、りんについては基本的に生物処理で完全除去(消滅)は出来ない。よって、りんの除去は土壌による吸着効果が主体と推測され、長い目でみれば土壌中への蓄積が懸念される。

(2) 維持管理性

維持管理性において、奥多摩の非水洗トイレについては特にトラブルの報告等はなかったが、小菅の簡易水洗トイレについては便器の洗浄関係で詰まり等のトラブルが報告された。奥多摩と小菅では利用客の相違(奥多摩は大部分がトレッキング客やキャンプ客であるが、小菅は登山客のほか、車で来る一般観光客の利用もある)による要因も考えられるが、トイレットペーパー等による要因も考えられる。小菅のトイレはトイレットペーパーを便槽に投入する方法で使用しているが、投入されたトイレットペーパーは処理機能の悪化要因にはなっていないものの、便器での目詰まり要因となることが考えられる。利用する客層やトイレットペーパーの処置方法等を踏まえて非水洗方式、簡易水洗方式の選択を検討することが適当である。また、トイレユニットの構造にも改良の余地があると思われる。

6-6.実証試験結果のまとめ

（1）稼動条件・状況

実証試験に伴い気温や湿度、利用者数等を測定するため、平成21年8月12日に計測機器等を設置し、最後の現地調査(2月9日)までの期間測定した。

ア. 気温

実証申請者が提示する実証装置の仕様によれば適正稼動が可能な気温は0～40℃となっているが、トイレ使用期間(11月30日まで)における実証装置設置場所の気温変動幅は0.4～30.9℃で、適正稼動条件を満足していた。

イ. 消化槽[1]液水温

消化槽[1]液について、トイレ使用期間(11月末まで)における水温の変動範囲は20～12℃程度、トイレ使用停止期間(冬期：12月以降)についても水温の最低温度は5℃程度であり、適正な稼動範囲であった。

ウ. 土壌処理装置の土壌温度

土壌処理装置の土壌温度は、トイレ使用停止時(11月末)において、概ね11℃程度であった。その後、12月中旬頃より気温が0℃を下回ることが多くなったが、土壌処理装置の温度は0℃を下回ることはなかった。土壌処理装置の温度測定地点は表層より約40cmの地点であるが、表層部分についても土壌の凍結は認められなかった(現地調査時のみ)。気温の推移からみて、天候等によっては一時的な凍結が予想されるが、本装置の土壌処理装置は日当たりもよく、凍結はあくまで一時的なものであると考えられる。気温の低下に伴って消化槽液水温や土壌処理装置温度の低下する傾向が認められ、生物処理の機能低下が懸念されるが、本実証装置は冬期を閉鎖する方法で使用しており、支障を認めない。冬期も継続使用するような場合には留意が必要である。

エ. 利用者数

実証試験期間中の平均使用回数は22回/日で設計処理能力を大きく下回った。また、実証試験期間中のピークにおいても42回/日で設計処理能力を超えることはなかった。ただし、洗浄水の流入による希釈は設計条件の2倍に対して、6～7倍程度と大きく設計条件を超えた。実証試験で得た平均使用回数(22回/日)と発生原単位(0.3L/回)、希釈倍率(7倍)を使用して消化槽の滞留日数を計算したところ、187日であり、設計条件(60日)については十分満足していた。ただし、これは、処理能力150回/日の施設に対して平均22回/日の使用回数における滞留時間であり、使用回数が増加した場合には滞留時間不足が発生する可能性があることに留意すべきである。上記数値を使用して逆算すると、使用回数60～70回/日を超えると消化槽の滞留日数不足が懸念される。

(2) 維持管理性

ア. 維持管理上のトラブル

本装置はトイレ使用期間中(4月～11月)において、1回/2週(平常時)、または1回/週(ピーク時)の頻度で点検や清掃、トイレットペーパーの補充等の維持管理を行っている。維持管理業者からは大便器の詰まりが度々報告された。便器から消化槽[1]までの配管で詰まるような現象は認められていないことから、便器における汚物の流れにくさが問題化しているものと考えられる。本トイレは簡易水洗で、使用済みトイレットペーパーを便槽に投入する方法で使用しているため、トイレットペーパーが便器に張り付くなどして汚物が流れにくくなったものと考えられる。簡易水洗ならではのトラブルとも考えられるが、便器の構造等についてさらなる改善を検討することが望まれる。

イ. 汚泥の引抜き

実証試験期間中においては汚泥引抜を実施しなかった。ただし、これは実証期間に限定した結果であり、いずれは汚泥の引抜が必要であると考えられる。メーカーでは汚泥引抜頻度の目安として数年に1回程度としているが、本装置については使用頻度が少ないことから判断しても当面は汚泥引抜の必要性はないと考えられる。現地調査時に汚泥堆積量の測定を実施したが、若干(5cm程度)認められる程度であった。

ウ. トイレットペーパーの影響

トイレットペーパーについては便槽に投入する方法で使用しているが、消化槽[1]についてはトイレットペーパーの残留物は認められるものの、スカム等の発生は認められなかった。また、残留トイレットペーパーについても消化槽[2]以降の水槽については認められなかった。消化槽[1]から消化槽[2]への移流管の目詰まり等についても現在のところ報告されていない。

(3) 室内環境

実証装置は屋外設置であり、トイレブース内の温度は周辺気温と同等と判断した。トイレ使用期間(11月まで)における気温は0.4～30.9℃で推移していた。

アンケート調査では概ね許容範囲との回答が多く認められたが、改善すべきとの回答も相当数認められた。改善点の多くは洗浄水に関してである。維持管理者から便器の目詰まり等が報告されたことからも汚物の流れにくさについて改善を指摘する内容が多い。その一方で非常に好意的な意見も多数認められた。本トイレは登山者のほか一般的な観光客の使用も見込まれているが、それぞれでトイレの認識(山岳トイレor浄化槽等の一般公衆トイレ)の相違があったものと推測される。

(4) 周辺環境への影響

実証装置は基本的には排水及び放流を伴わないクローズドシステムであり、通常時におい

ては排水による周辺環境への影響はないとしている。ただし、想定を超える集中豪雨等によって多量の雨水等が土壌処理装置内に混入し、不透水性シートのレベルを超えてしまうような場合にはオーバーフローが発生する可能性がある。土壌処理装置内の水位レベルは検水槽で確認できるが、大雨(台風)直後の現地調査時においても10cm程度(集水管レベルより)であった。今回の実証試験においてオーバーフロー発生の有無は不明であるが、近年では想定外の豪雨(ゲリラ豪雨)の発生も珍しくなく、このような豪雨で検水槽の水位がどの程度まで上がり、またオーバーフローが発生するのか、検証は必要と思われる。

(5) 処理性能

実証試験期間を通して処理水の水質は良好であった。本トイレは簡易水洗であり、また、設計を大きく超える洗浄水の流入があったことから、消化槽[1](便槽)の汚水は低濃度であり、性状的にバラツキも認められた。このため、除去率も変動が認められたが、概ねBODについては90%程度、CODについては70%程度、全窒素については20%程度、全りんに90%以上の除去率得られた。特にBODについては消化槽[3]の段階で90%以上の除去率が得られる場合もあり、滞留日数が長い(設計の3倍程度)ことによる影響と思われる。他項目についても土壌処理装置にて良好に除去されているが、CODの一部(難分解性物質)や全りんについては土壌中の蓄積が懸念されるので、経過観察は重要と思われる。

本装置は窒素を積極的に除去する設計ではないが、窒素についてもある程度の除去率が得られた。土壌処理装置内で窒素はほとんど硝化されていることから、土壌処理装置内で一時的に脱窒素条件が整い(一時的な嫌気状態、部分的な嫌気ゾーン等)、付随的に脱窒素処理機能が働いたと考えられる。

(6) トイレ利用方法の周知徹底について

本トイレはインフラが不十分な地域に設置する特殊なトイレであるが、車で来ることができる便利な場所にあるため、利用客が登山者等に限らず、一般的な観光客も見込まれている。このため、一部利用者には山岳トイレとの認識が薄いと考えられる。今回洗浄水を多く使用するような状況が確認されたが、洗浄水が多すぎると滞留日数も短縮され、処理機能に影響する可能性も考えられる。今後は、本トイレの特色や使用方法に関する説明(案内板等の設置)を行い、本トイレの位置づけ(浄化槽ではない)を理解してもらう対策が必要と考えられる。

(7) 運転マニュアルについて

実証申請者から提出されている運転マニュアルには、基本仕様、作業要領、取扱説明等が記載されている。概ね記載内容に不備はないと考えられる。冬期、洗浄水の凍結が予想される場合には閉鎖装置が場合によって必要となるので、その旨記載することが望ましい。

7. 本装置導入に向けた留意点

(1) 自然条件からの留意点

ア. 気温条件

実証装置は微生物による生物処理方式であり、消化槽内の水温及び土壌処理装置内の温度を適温に保持することが必要で、実証申請者の提示する適温(0～40℃)に保持することはもとより、温度の変動も可能な限り少ないことが望まれる。今回の実証装置は冬期(12月～3月)を休止する方法で使用しており、稼動期間においては適正温度を外れることはなかった。ただし、実証申請者の提示する適温の範囲内で使用することは理想であるが、山岳地域を想定した場合、気候や気温変動が大きく、0℃を下回ること条件で使用することは容易に考えられるため、このような条件での運用において留意すべき事項を検討することが望ましい。気温低下時には微生物の活動低下や土壌処理装置の凍結による浸潤作用の低下など処理機能の低下が想定されるが、それらを見込んだうえで維持管理上の留意事項を検討しておくことが必要と思われる。具体的な例としては、①冬期使用の際の使用制限等を設定する、②使用不可温度を設定する、③設備的な対応、等の事項が考えられる。

なお、本実証装置はほとんど日当りのよい場所に設置されており、冬期の現地調査時においても積雪等は認められなかった。一方、奥多摩のトイレは日のほとんど当たらない場所に設置されていることもあり、環境条件が類似しているにも関わらず、かなりの積雪が認められた。このように、設置場所の環境条件(日当たり等)で冬期の処理機能が大きく左右される可能性も考えられる。

イ. 気象条件

実証装置は処理水の蒸発散を基本としたクローズドシステムである。蒸発散については気候(湿度や気温、天候等)に大きく左右されるため、設置場所の気象条件については十分な検証が必要である。特に降雨等については、想定を超えるような豪雨によってオーバーフローの発生も懸念されるため、場合によっては対策を検討することも必要と考えられる。

(2) 利用条件からの留意点

ア. 利用人数と処理能力の設定について

今回の実証試験では設備能力に対して使用人数が少なく、処理に余裕があったこともあり、良好な処理機能が確認された。処理に余裕があることは滞留時間を長くし、処理機能上有利な要素となる。処理機能を優先すれば余裕をもった設計が望まれるところであるが、設置費用との兼ね合いも含めて能力設定することが適当である。ただし、オーバーユースについては滞留時間の不足等から処理機能悪化の要因となるため、可能な限りオーバーユースを発生させないような能力設定が望まれる。なお、本実証装置の処理能力はピーク時処理能力を基本としており、オーバーユースについては特に留意すべき事項としている。

イ. 洗浄方法の周知徹底について

本実証装置は少量の水で便器を洗浄する簡易水洗方式であり、便器の洗浄に伴う希釈倍率は2倍で設計されているが、本実証試験では設計を大きく超える6～7倍程度の希釈倍率が認められた。設計能力に対して使用回数が著しく少ないこともあり、消化槽における滞留日数は設計条件を満足していたが、使用回数が多い場合には消化槽の滞留日数が不足する場合も懸念される。洗浄過多によって処理機能に影響を及ぼす可能性があることを十分理解し、トイレ利用者に使用方法(洗浄方法含めて)を周知徹底させる対策が必要と考えられる。本実証装置のように山岳トイレの知識が少ない一般観光客の使用が見込まれる場合には、特に留意が必要と考えられる。

ウ. トイレットペーパーについて

本実証装置は使用済みトイレットペーパーを便槽に投入する方法で使用しているが、本実証試験においてトイレットペーパーが処理機能に支障をきたすような状況は認められていない。ただし、トイレットペーパーが便器で張り付き、汚物の目詰まり要因となる懸念があるため、留意が必要である。非水洗方式(奥多摩)ではこのような報告はされておらず、簡易水洗ならではのトラブルと考えられる。便器構造等の改善も望まれるところであるが、簡易水洗を適用するにあたってはこのようなトラブル事例に留意し、想定される利用者に応じてトイレットペーパーの処理(便槽投入 or 分別等)を検討することが必要と思われる。

(3) インフラ条件からの留意点

実証装置は立ち上げ時に初期水が10t必要であり、水の確保が困難な場合には留意が必要である。最低でも消化槽[1]を満水にする量(4t程度)は必須としている。また、今回の実証試験期間内では汚泥の引抜き及び搬出等を実施しなかったが、長期間実施した場合には汚泥引抜が必要となる場合も考えられ、汚泥が発生した場合の処理方法(輸送手段等)についても検討することが必要である。